T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARAR VERME SÜRECİNDE OYUN TEORİSİ VE SEKTÖREL UYGULAMALAR

Hakan KURAL

Danışman
Doç. Dr. Vahap TECİM

2007

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **"Karar Verme Sürecinde Oyun Teorisi ve Sektörel Uygulamalar"** adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

..../..../.......

Hakan KURAL

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin
Adı ve Soyadı **:Hakan KURAL**
Anabilim Dalı **:Ekonometri**
Programı **:Ekonometri**
Tez Konusu **:Karar Verme Sürecinde Oyun Teorisi ve Sektörel Uygulamalar**
Sınav Tarihi ve Saati **:**

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün …………………….. tarih ve ………. Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 18.maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini ………. dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI	O	OY BİRLİĞİ ile	O
DÜZELTME	O*	OY ÇOKLUĞU	O
RED edilmesine	O**	ile karar verilmiştir.	

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır.	O***
Öğrenci sınava gelmemiştir.	O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

	Evet
Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fullbrightht vb.) aday olabilir.	O
Tez mevcut hali ile basılabilir.	O
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir.	O
Tezin basımı gerekliliği yoktur.	O

JÜRİ ÜYELERİ				İMZA
……………………………	□ Başarılı	□ Düzeltme	□ Red	……………..
……………………………	□ Başarılı	□ Düzeltme	□ Red	………..........
……………………………	□ Başarılı	□ Düzeltme	□ Red	…..…………

ÖZET

Tezli Yüksek Lisans

Karar Verme Sürecinde Oyun Teorisi ve Sektörel Uygulamalar

Hakan KURAL

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı

Her geçen gün etkilerini giderek arttıran küreselleşme süreci sonucu, rekabet edebilmek, gerek küçük ölçekli gerekse de orta ve büyük ölçekli işletmeler için artık var olabilmenin ve pazarda kalabilmenin vazgeçilmez unsurlarından birisi haline gelmiştir. Çünkü artık hemen hemen her sektörde sadece lokal rakiplerle değil, global rakiplerle de rekabet edebilmek gerekmektedir. Bu yüzden piyasadaki bütün karar birimleri, karar verme süreçlerinde kendi politikaları, kapasiteleri, maliyetleri gibi içsel unsurları değerlendirmenin yanında, pazardaki diğer karar birimlerinin politikaları ve çevresel faktörler gibi dışsal unsurları da değerlendirmek zorundadır.

Bu doğrultuda, piyasadaki karar birimleri artık kararlarını verirlerken, gerek rakip firmaların incelenmesi zorunluluğu, gerekse de değerlendirilmesi gereken değişken sayısının çokluğu nedeni ile farklı bilimsel yaklaşımlardan faydalanmaktadır. Bu doğrultuda yönetim kademelerinde, klasik yönetim yaklaşımları yerine stratejik düşünce ve yönetime ağırlık verilmektedir. İşte, Oyun Teorisi de stratejik yönetim yaklaşımı anlayışı doğrultusunda geliştirilmiş yöntemlerden biri olarak firmaların karar verme süreçlerinde, en yüksek faydayı sağlayabilmeleri için farklı stratejilerini nasıl ve ne oranda kullanmaları gerektiğini araştıran bir strateji yöntemidir. Karşılıklı çıkar grupları arasındaki ilişkileri bir oyunmuş gibi ele alan ve bu doğrultuda çıkar gruplarının ne tür stratejiler izlemesi gerektiğini araştıran bu yöntem, her geçen gün daha geniş kitleler tarafından kabul görmekte ve gelişimine sürekli devam etmektedir.

Bu proje kapsamında Oyun Teorisi kavramı bütün yönleri ile incelenmiş, karşılıklı çıkar gruplarının ilişkilerinin oyun bazında nasıl incelenebileceğini gösterebilmek için yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahip olan Avrupa Birliği ve Türkiye arasındaki ilişkilerin bugününde her iki tarafın da ne tür stratejiler uygulayabileceği araştırılmış, bu amaç uğruna yapılacak yeni çalışmalara öncülük edebilmek için farklı bir model önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: **1)**Oyun, **2)**Oyun Teorisi, **3)**Strateji, **4)**Nash Dengesi, **5)**Avrupa Birliği

ABSTRACT

Master Thesis

Game Theory in Decision Making Process and Sectoral Applications

Hakan KURAL

Dokuz Eylul University
Institute of Social Sciences
Department of Econometrics

As a result of the globalization process, effects of which has been increasing day by day, competing has become one of the indispensable factors of existing and continuing operations in the market for both small scale companies and medium or large scale enterprises. Because, almost in all sectors, it is now required to be in rivalry not only with local competitors but also with global ones. Therefore, all decision makers in the market must not only evaluate such internal factors as their self policy, capacity, costs, but also analyze such external factors as policies of other decision makers in the market and environmental factors.

In this respect, due to the necessity of analyzing competitor companies and the high number of variables required to be evaluated, decision makers now make the use of various scientific approaches in their decision making process. As a result, in management stages of companies, strategically thinking and management is now emphasized more important than classical management approaches. Therefore, as one of the methods developed through the strategically management approach, Game Theory is a strategic process investigating how and in which proportions companies should mix various strategies to get the highest benefit from their decision making process. Considering the relations among mutual expediency groups as a game and investigating which strategies must be utilized by these groups, the method has been acknowledged by larger circumferences day by day and also continues to be in progress.

In this project, the concept of Game Theory has been analyzed in detail, the relation between Turkey and European Union, which has a history of nearly 50 years, has been investigated and which type of strategies could be performed by both sides has also been examined to denote how relations of mutual expediency groups can be established on the basis of a game. As a result, a different model is proposed to pave the way for future studies that can be done for the sake of this purpose.

Key Words: **1)**Game, **2)**Game Theory, **3)**Strategy, **4)**Nash Equilibrium, **5)**European Union

İÇİNDEKİLER

KARAR VERME SÜRECİNDE OYUN TEORİSİ
VE
SEKTÖREL UYGULAMALAR

II. BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
MDAÜ	Doğu Avrupa Ülkeleri
AKÇT	Avrupa Kömür ve Çevre Topluluğu
AYB	Avrupa Yatırım Bankası
AMB	Avrupa Merkez Bankası
EURATOM	Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu
AKOPO	Avrupa Komşuluk Politikası

TABLO LİSTESİ

ŞEKİL LİSTESİ

GİRİŞ

Piyasa ekonomisinde her geçen gün artan rekabetinin sonucunda, geçmişte karar verme süreçlerinde sadece içsel değişkenleri göz önüne alan çıkar grupları, bugün rakiplerinin sahip oldukları avantajlar, dezavantajlar ve çevresel etmenler gibi dışsal değişkenleri de göz önüne almak zorunda kalmıştır. Bu durum ise geçmişte klasik yönetim anlayışı çerçevesinde yürütülen karar alma süreçlerini, stratejik ve bilimsel bir alt yapıya götürmüştür. Bugünün dünyası, çok hızlı değişim ve gelişim içerisindedir. Böyle bir ortamda işletmelerin ayakta kalabilmeleri, yapacakları iç ve dış işletme analizlerine ve bu analizler ışığında alınacak kararlara bağlıdır.

Günümüzde sıklıkla kullanılan karar alma tekniklerinden birisi de oyun Teorisi'dir. Oyun Teorisi'nin tarihsel gelişimi irdelendiğinde, oyunların şans kuramının 17. yüzyılda ortaya atıldığı ve bu kuramın da olasılık kuramı adı verilen matematik dalının gelişmesinde kaynak olduğu görülür. Amacı, çıkarları çatışan tarafların akılcı davranış kurallarının belirlenmesi olan Oyun Teorisi, bu tür karar ortamlarını açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır. Oyun Teorisi'nin kullanılması ile karar vericiler, karar alma süreçlerinde kendi artı ve eksilerini görebildikleri gibi, verecekleri karar sonucunda rakiplerinin nasıl etkilenebileceğini ve tepki olarak ne tür kararlar verebileceğini tahmin edebilmektedir. Böylelikle karar vericiler, bazı hamleleri yapmadan önce gelecekle ilgili tahminler yapıp, kendilerine en büyük kazancı sağlayacak stratejilerin seçimi ile hamlelerini yapacaklardır.

Oyun Teorisi'ni bütün yönleri ile irdelediğimiz bu çalışmanın Birinci Bölümünde, oyun, oyuncu gibi tipik kavramlar açıklanmış, Oyun Teorisi'nin tarihi gelişimi ile ilgili bilgiler verilmiş, daha sonra da oyunlar için yapılan temel sınıflandırmalar anlatılmıştır. Teori ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra daha karmaşık safhalara geçilmiş, oyunlarda eşitlik kavramları tanıtılmış ve farklı sektörel uygulamalara yer verilerek teorinin günlük hayattaki uygulama alanlarına ilişkin bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmıştır. Farklı sektörel örnekler ile süslenen Birinci Bölümün sonunda, teorinin ekonomi ve kamu alanlarındaki etkileri tartışılmış, konuyu renklendirmek için bir kaç sinema filminden alıntılar yapılmış ve yöneylem biliminin vazgeçilmez konularından Doğrusal Programlama ile Oyun Teorisi problemlerinin nasıl çözülebileceği anlatılmıştır.

İkinci Bölümde ise, Türkiye-Avrupa Birliği ilişkileri üzerine bir model kurabilmek amacı ile ilk olarak Avrupa Birliği tarihi, hedefleri, kurumları ile tanıtılmış ve Türkiye'nin birlik yolundaki yaklaşık 50 yıllık geçmişi olaylar bazında anlatılmıştır.

Üçüncü Bölümde, teorinin siyasi alanda da uygulanabileceğini göstermek ve ülkemizin kritik Avrupa Birliği sürecine bir ışık tutabilmek amacı ile bir model hazırlanmış, Türkiye-Avrupa Birliği ilişkileri Oyun Teorisi yardımı ile incelenmiş, hem Türkiye hem de Avrupa Birliği için muhtemel stratejiler saptanmış, oyun ile ilgili değerlerin saptanabilmesi için bir skala hazırlanmış ve bu skala doğrultusunda 50 gazeteci ve Avrupa Birliği'ne gönderilen anket çalışmaları doğrultusunda bir oyun matrisi hazırlanarak, bu oyun matrisi çözülmüştür. Daha sonra, gerek kurduğumuz model gerekse de genel hatları ile Oyun Teorisi hakkında değerlendirmeler yapılmış, modelimize eleştiriler getirilmiş ve eksikliklerin giderilmesi ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

I. BÖLÜM

OYUN TEORİSİ

1. OYUN KURAMI

1.1. Oyun Nedir?

Oyun nedir? Hemen hemen herkes oyun oynar. Gündelik hayatta da bazen katı kuralları olan, bazen ise hiçbir kuralı olmayan, bilerek veya farkında olmadan, birçok oyun oynarız. Kiminde kazanmak vardır. Kiminde yoktur. Kiminin oynanış yöntemleri vardır, kimisi doğaçlamaya dayanır. Kiminin izleyicisi çoktur. Kiminin izleyicisi yoktur. Kimisi çok keyiflidir. Kimisi çok sıkıcıdır. Kimisi çok neşelidir. Kimisi çok ciddidir. Kimisi bilgi, beceri gerektirir. Kimisi hiçbir şey gerektirmez. Aslında oyunun tam bir tanımını verebilmek veya tam olarak ne olduğunu anlayabilmek de, anlatabilmek de, oldukça zordur.

Her ne kadar zor da olsa, birkaç farklı ifade ile oyunu tanımlamaya çalışalım. İlk olarak satranç, dama, monopoli gibi masa oyunlarını ele alalım. Bunlardan satranç ve dama iki kişi ile oynanırken, monopoli ikiden fazla kişi ile de oynanabilir. Satranç ve damada oyunun üç sonucu vardır. Ya kazanırsın, ya kaybedersin, ya da berabere kalırsın. Monopolide de benzer bir durum söz konusudur ancak oyun sonunda en çok kar eden sadece bir kişi oyunu kazanır ve diğerleri kaybeder. İkinci olarak Solitaire, Blackjack, Poker gibi kart oyunlarını ele alalım. Bu oyunlar, Solitaire de olduğu gibi tek kişi ile veya pokerde olduğu gibi birden fazla kişi ile oynanabilirler. Son olarak da sahada veya kortta oynanan futbol, basketbol, tenis gibi saha oyunlarını düşünelim. Bunlar da birebir şekilde veya takımlar halinde oynanır ve futbolda oyuncular oyunun sonunda kazanma, berabere kalma veya mağlup olma seçeneklerine sahipken, basketbolde oyuncular ya kazanırlar ya da kaybederler.[1]

Yukarıda saydıklarımızın hepsi oyun olarak adlandırılır, bu yüzden Aristoteles'in Kategori Teorisine göre bunları aynı sınıf altında toplamamızı sağlayan ortak bir özellikleri vardır.[2] O zaman bu ortak özellikler nelerdir? İlk olarak,

---

[1] Roy Gardner, **Games For Business and Economics**, Malloy, United States, (Second Edition,2003) (p.3)

[2] Aristotle, **Categories and De Interpretatione,** ed. J.L.Accrill (Oxford,Oxford University Press, 1963)

bütün oyunlar kurallara(rules) sahiptir. Kurallar, bir oyuncunun oyun içerisinde neler yapıp neler yapamayacağını gösterir. İkinci olarak, her oyunda stratejiler(srategies) vardır. Üçüncü olarak, her oyunda kazanmak kaybetmek gibi bir sonuç(outcomes) vardır. Dördüncü olarak, bu sonuçlar seçilen stratejilerden direkt olarak etkilenir. Yani seçilen stratejiler kimi zaman bir oyuncuyu en tepeye, kimi zaman da en dibe kadar götürebilir. Şimdi saydığımız bu özellikleri oyunu tanımlamak için kullanabilir ve "Oyun, stratejiler yardımı ile istenilen sonuçlara ulaşılmaya çalışılan kurallarla yönetilen bir durumdur." tanımı yapabiliriz.

Daha genel olarak oyun, kimi zaman eğlence kimi zaman da eğitim amacı taşıyan, yapılandırılmış ya da yarı yapılandırılmış bir aktivitedir. Her oyuncu belirli kurallara bağlı kalmak şartı ile oyundaki diğer oyuncudan üstün olmak için çabalar ve onun başarısı, diğer oyuncuların hareketlerine ve kendi hareketlerine bağlıdır.[3] Bu tanımlama ve örnekler oyun kelimesinin ilk algılanışı olup, gündelik hayatta kullanışına denk düşer.

Oyunun bir başka gündelik ve basit tanımlamasını Rousseau, "Discourse on the Origin and Basis of Equality Among Men" adlı eserinde yapmıştır.[4] Bu eserinde Rousseau , oyun ile ilgili, ava çıkan iki arkadaşı ele alarak basit bir gündelik örnek vermiştir. Rousseau, geyik avına çıkan iki arkadaşın bir tavşan gördüğünde alacakları kararların onları, fark ettirmeden bir oyunun içine koyduğunu anlatarak oyunun aslında hayatın her anında olduğunu göstermeye çalışmıştır. Oyunda sadece iki avcı olup, eş zamanlı olarak geyik mi yoksa tavşan mı avlayacaklarına karar vermelidirler. Eğer ikisi de geyik için avlanırsa bir geyik yakalayıp onu eşitçe paylaşacaklar ve bir geyiği ikisi yiyeceklerdir. Eğer bir avcı geyik avlarken diğeri de tavşan için çabalarsa, biri önce geyiği diğeri de sonra tavşanı yakalayacak ve her avcı, yarım geyiktense bir tavşanı (ya da tersi) tercih edecektir. Sonuçta bu basit örnek bir oyundur. Avcılar ise, oyuncudur. Her oyuncu iki strateji arasında seçim yapmak zorundadır: Geyik ya da tavşan avlamak. Seçimlerinin kaybı, bir avdır. Örneğin, geyik 4 birimlik ve tavşan 1 birimlik fayda sağlıyorsa, her iki avcı da geyik

[3] James W. Friedman, **Game Theory With Applications To Economics**, 2nd ed., Oxford University Press, New York, 1990, (p.3.)

[4] Drew Fudenberg and Jean Tirole, **Game Theory,** The MIT Press, Massachusetts, 1998, (p. 3.)

avladıklarında kayıpları 2'şer birim olacaktır. Ancak biri tavşan , biri de geyik avlarsa, kayıpları 1,5'er birime düşecektir.

Bu örnek Oyun Teorisi kavramına geçmeden önce bize iyi bir önbilgi sağlamaktadır. Şöyle ki bireylerin beklenen kazançlarına ve kayıplarına göre hareket etmesi her oyunun en önemli kuralıdır ve yukarıdaki avcı örneğinde de bireyler beklentilerine göre hareket edeceklerdir.

1.2. Oyun Teorisi Nedir?

Günümüzde bireylerden firmalara, yerel kurumlardan evrensel kurumlara kadar her evrede karar verme süreçleri, stratejik planlama ve stratejik düşünce biçimine giderek oturmuştur. Daha sağlıklı kararlara ulaşabilmek için de rakiplerinin kararları , planları hakkında bilgi toplamak ve ona göre kararlar almak gereklidir. Bu da oyun teorisinin ilgi alanı içerisine girmektedir.

İşletme ve ekonomi kaynaklarında oyun, "*zamanla ortaya çıkacak olan belli ödemeleri (outcomes) önceden kestirmek için karar verme zorunluluğunda kalan tarafların, menfaat çatışmalarının veya rekabetinin yansıtılması olarak*" tanımlanır.[5] En genel tanımıyla Oyun Teorisi, *"karmaşık yararların mücadelesini açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır."* Yararların çatışması ekonomide (sendika yöneticisi arasındaki ücret görüşmeleri, oligopol piyasasındaki durumlar vb.) olağan olduğundan, son yıllarda oyun kuramına ilgi oldukça artmıştır. Hatta bazı iktisatçılar belirlenemeyen oligopolistik çözümler için başvurulabilecek en son aracın, oyun kuramı olduğunu öne sürerler.[6]

Mikro iktisadi analizin bazı konularında bireyler birbirinden bağımsız olarak karar verirler. Örneğin, bir tüketici, sadece kendi geliri ve ürün fiyatları baz alınarak dengeye ulaşır ve optimal tüketim miktarı belirlenir. Aynı şekilde monopol ve tam rekabetçi piyasalarda, firmalar fiyat belirlerken sadece mal miktarını dikkate alırlar.

---

[5] Osman Halaç, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması),** 4.b., Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1995, s. 72.
[6] Ahmet Öztürk, **Yöneylem Araştırması,** 5.b., Ekin Kitapevi Yayınları, Bursa, 1997, s.383.

Ancak ekonomik süreçte kararların birbirine bağımlı olduğunu gösteren birçok örnek vardır. Örneğin;

- ✓ Duopol piyasada ürün satan iki firma; birbirlerinin reklam politikaları, ürün kalitesi ve ürün fiyatları gibi değişkenleri göz önüne alır.
- ✓ Dış ticaret yapan iki ülke, ürün kalitesine, ikame endüstrilerine göre ithalat gümrük oranlarını ve ihracat teşviklerini belirler.
- ✓ Bir firma çalışanlarına kendisi için yarattığı katma değer oranında prim öder ve işçi de alacağı prim oranına göre firmaya katma değer yaratır.

Bu durumlarda karşılıklı bir bağımlılık söz konusudur. Bir karar biriminin en iyi seçimi, diğerinin seçimine bağımlıdır. İşte Oyun Teorisi, " *bir karar biriminin kazançlarının, diğerlerinin kararlarına bağlı olduğu karşılıklı stratejik karar almanın yer aldığı durumları inceleyen uygulamalı matematiğin bir dalıdır."*

Oyun Teorisi, kişilerin kazançlarını en büyüklemek ya da kayıplarını en küçüklemek için karşılıklı olarak farklı eylemler seçtiği durumlar üzerine yoğunlaşan bir ekonomi dalıdır. Genel olarak, verdikleri kararların birbirlerini etkilediğini bilen karar vericilerin hareketleri ile ilgilenir.[7] Örneğin bir şehirde sadece iki tane gazete bayisi varsa ve fiyatlarını özgürce belirleyebiliyorlarsa, ikisi de satışlarının belirledikleri fiyatlardan etkileneceğini bilir. Bu yüzden iki satıcı da birbiri ile bir oyun içerisindedir.

Oyun Teorisi mantığı ile nasıl akıl yürütülebileceğini Blaise Pascal'ın insana dair düşüncelerini topladığı felsefi kitabı Pensees'in "Bahse Girmenin Gerekliliği" adlı bölümündeki şu önerme ile örnekleyebiliriz:

"Gerçekte iki olasılık var: tanrı vardır, ya da yoktur. İki seçenek var: tanrıya inanırsınız, ya da inanmazsınız. İnanırsanız iyi bir insan olmaya çalışır ve bazı nimetlerden kendinizi tanrı adına mahrum bırakırsınız. İnanmazsanız, istediğiniz gibi davranır ve yaşarsınız. Eğer Tanrı yok ve inanmıyorsanız, ne ala. Var ve

---

[7] Graham Romp, **Game Theory: Introduction and Applications** (Oxford University Pres,1997) (p.1)

inanmıyorsanız, yandınız. Tanrı yok ama olduğuna inanıyorsanız, sürdüğünüz kısıtlı hayat boşa gitti. Tanrı var ve inanıyorsanız, bu dünyada biraz kısıtlı bir yaşam sürseniz de sonsuz ödül sizin."[8]

Bu önermede de olduğu gibi Oyun Teorisi'nde olası her hareketin sonuçlarına bir değer biçilir ve en kötü koşullarda en yüksek değere sahip hareket tarzı benimsenmeye çalışılır.

1.3. Oyun Teorisi'nin Tarihi Gelişimi:

Oyunların şans kuramı 17. yüzyılda ortaya atılmış ve olasılık kuramı adı verilen matematik dalının gelişmesinde yardımcı olmuştur. Oyun kuramına ilk değinen matematikçi Emile Baril'dir.

Stratejik oyunlar kuramının bulucusu olan ve satranç, poker, briç gibi oyunlarda, oyuncuların davranışlarını modelleme ve akılcı strateji seçimleri üzerine çalışan Macar asıllı Amerikalı *John Von Neumann*, oyunlar üzerine ilk makalesini Berlin'de izlediği bir poker oyununun üzerinde yarattığı etki ile 1928 yılında yayınlamıştır. Hidrojen bombası ve ilk bilgisayarın mucitlerinden sayılan bu dahi matematikçi ile ekonomist *Oskar Morgenstern*, oyun teorisini 1944 yılında yayınlanan *"Theory of Games and Economic Behaviour"* isimli kitaplarında ilk defa ekonomi alanına taşımışlardır. İki yazar, bu kitapta iki oyunculu sıfır toplamlı oyunları ve işbirlikçi oyunları incelemişlerdir. Kitapta değinilen bazı düşüncelere XVIII. yy. sonlarında ve XIX. yy. başlarında *Cournot(1838), Edgeworth(1881), Zeuthen(1930), Ville(1938)* gibi bazı ekonomistler tarafından da değinilmiştir. Ama oyun teorisi gerçek bir disiplin olarak John Von Neumann ve Morgenstern'in kitabından sonra anılmaya başlanmıştır. Kitap, minimax stratejilerin kullanımı ile toplamı sıfır olan oyunlar meselesini büyük ölçüde çözmüş ama toplamı sıfır olmayan oyunlar ile ilgili bir çözüm üretememiştir.

---

[8] Blaise Pascal**, Pensees**, 1660, translated by W.F.Trotter, Section III: Of The Necessity of The Wager, (p.23)

Elbette Von Neumann gibi efsanevi bir ismin yazdığı kitapta bu kadar çok açık olması, genç ve hırslı matematikçilere büyük bir meydan okuma şansı yaratmış ve *John Forbes Nash* isimli genç bir matematikçi, 1950-53 yılları arasında peşi sıra yayınladığı üç makalesi[9] ile oyun teorisini geliştirmiş ve hem rekabetçi hem de işbirlikçi oyunlarda kullanılabilecek bir denge kavramını ortaya çıkarmıştır. Nash, teorisinin bir bölümünü yaz aylarında çalıştığı, Amerikan ordusunun bilimsel araştırma ihtiyacını karşılamak üzere silah üreticileri tarafından kurdurulmuş bir bilim şirketi olan RAND'da tamamlamıştır. Nash, oyuncuların kendi aralarında işbirliği yaptıkları ve yapmadıkları oyunlar arasına ciddi bir mesafe koymuştur. Von Neumann'ın gerçek hayat ile pek de bir ilgisi olmayan teorisine karşı, tamamen gerçek hayatı izaha yönelik olan Nash'in teoremi siyasetten ekonomiye, biyolojiden başka alanlara kadar pek çok yerde uygulamaya girmiştir. Halen oyun teorisinin ağır yükünü onun ortaya attığı "Nash Dengesi" kavramı çekmektedir. Nash'ten sonra da bilim adamlarının Oyun Teorisi'ne ilgisi azalmadan devam etmiştir. Bu bilim adamlarından sadece bazılarını ve Oyun Teorisi'ne yapmış oldukları katkıları kronolojik olarak şu şekilde sıralayabiliriz:

✓ Martin Shubik, 1959'da yayınlanan *"Strateji ve Pazar Yapısı: Rekabet, Oligopoli ve Oyun Teorisi"* [10] isimli kitabında rekabetçi oyun teorisini ilk defa oligopollere uygulamıştır.

✓ 1965'te Reinhard Selten, ikincil oyun Nash Dengesi(subgame Nash Equilibrum) kavramını kullanarak Nash Dengesi'ni yayvan biçimdeki oyunlarda (oyuncuların sıra ile stratejilerini seçtikleri oyunlar) kullanılabilecek şekilde geliştirmiştir.

✓ 1967-68 yıllarında üç seri makalesi ile John C. Harsanyi, teorinin oyuncuların eksik bilgi sahibi olduğu oyunlara nasıl uygulanabileceğini göstermiştir.

✓ İsrailli matematikçi Robert Aumann tekrarlı oyunlar üzerine yaptığı çalışmalar ile Oyun Teorisi literatüründeki yerini almıştır.

---

[9] John Forbes Nash'in yayınladığı makaleler sırası ile **"*Equilibrium points in N-Person Gam*es"**, ***"The Bargaining Problem"*** **ve** ***"Non-Cooperative Games"*** isimlerini taşıyordu.

[10] Shubik'in kitabının orijinal ismi: "**Strategy and Market Structure: Competition, Oligopoly and Theory of Games**"

✓ Shelten, oyuncuların sürekli aynı durumlar ile karşılaştığı tekrarlanan oyunlar üzerine strateji seçimleri ile yaptığı çalışmalar üzerine teoriye büyük katkıda bulunmuştur.

Oyun Teorisi, dünyadan en büyük takdiri, 1994 yılında John C.Harsanyi , John F.Nash ve Reinhard Shelten 'e bu disipline yapmış oldukları katkılar nedeni ile verilen Nobel Ödülü ile almıştır. Aslında Oyun Teorisi'nin onur listesindeki bilim adamlarını NASH isminden rahatça hatırlayabiliriz. Burada N harfi bize Nash'in kendisini , A harfi Aumann'ı , S harfi Selten ve Shapley'i ve H harfi de Harsanyi'yi hatırlatabilir.

1.4. Teorinin Uygulama Alanları

Gittikçe gelişen, dallanıp budaklanan Oyun Teorisi, ekonomi bilimi için olduğu kadar, hukuk, politika, işletme, uluslararası ilişkiler ve hatta biyoloji gibi bilimler için de vazgeçilmez bir matematiksel araç olmuştur. Teori, ekonomide, özellikle de endüstriyel organizasyon alanında teorik gelişmelere yol açmış ve yön vermiştir. Oyun teorisi aynı zamanda stratejik karşılaşmaların incelenmesinde standart bir dil haline gelmiştir.

Teorinin politikadan, ekonomiye; askeriyeden tarıma ve biyolojiye, üretimden yönetime birçok uygulama alanı vardır. Örneğin, Oyun Teorisi iş sorunlarının çözümünde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Buna karşın rekabet unsurunun bulunduğu her ortamda önemli bir görüş açıklığı sağlamaktadır. Bir yöneticinin işi, rekabete etki eden faktörler içindeki durumunu ve tarzını göz önüne alarak, mevcut en iyi stratejiyi seçmektir. Ancak yönetici rekabet unsurunun ağır olduğu bir piyasada bu işi yapıyorsa, rakiplerinin de mevcut durum ve politikalarından da haberdar olmak zorundadır. Bu nedenle böyle bir ortamda yöneticinin Oyun Teorisi'nden faydalanması kaçınılmazdır.[11] Rekabete dayanan problemler veya

[11] Richard M. Hodgetts, **Yönetim**, 2.b., çev. Canan Çetin, Esin (Can) Mutlu, Beta, İstanbul, 1999, (s.341.)

doğaya karşı veya rakiplere karşı oynanan bir oyun içerisinde verilecek bazı karar problemleri şunlardır:[12]

- Ürün kalitesinin belirlenmesi.
- Reklam politikaları.
- Satın alma politikasının belirlenmesi.
- Yeni mamuller arasından seçim yapma.
- Fiyatlama.

Yukarıda saydığımız bütün karar problemlerine yöneticiler, rakiplerinin de vermiş oldukları kararları dikkate alarak çözüm bulmaya çalışmaktadır.

Teorinin askeri yönden nasıl kullanıldığı konusunda da Sovyetler Birliği ile Amerika arasında geçmiş yıllarda yaşanan silahlanma yarışını örnek verebiliriz. Burada iki ülke arasındaki oyun, ileride daha detaylı anlatılacak olan işbirlikçi olmayan bir oyundu. İki ulus da, eğer işbirliği yapsalar ve yarışı bıraksalar kendileri için çok daha iyi olabilirdi. Ama her ikisi için de baskın strateji sonuna kadar silahlanmaktı ve onlar da öyle yaptılar. Bu oyun sonucunda da her iki ülke de silah tüccarlarının ceplerini doldurdular.

Oyun Teorisi, sadece ekonomide değil, pek çok alanda kullanıldı ve kullanılacak. Ancak öncelikle, hangi durumların Oyun Teorisi olarak modelleneceği ve hangi durumların Oyun Teorisi olarak modellenemeyeceğini anlamak da çok önemli bir kilometre taşıdır. Konuya daha çok hakim olabilmek için aşağıdaki farklı sektörlerdeki firmaları ele alalım ve bu firmaların karar problemlerini inceleyelim:

- ✓ Yıllık çıktı miktarını belirleyen OPEC üyeleri
- ✓ U.S. Steel'den çelik satın alan General Motors
- ✓ Pilot işe alan Türk Hava Yolları
- ✓ Bir enerji santrali daha kurup kurmama kararı verecek tekelci bir elektrik şirketi

---

[12] Halaç, (s.73.)

Birinci durumda, OPEC üyeleri bir oyun içerisindedir. Çünkü Suudi Arabistan, Kuveyt'in petrol üretiminin; Kuveyt'in Suudi Arabistan'ın petrol üretimi ile ilgili tahminine bağlı olduğunu ve aynı zamanda ikisinin üretiminin dünya petrol fiyatını etkileyeceğini bilmektedir. O yüzden her iki ülke de öyle bir üretim miktarı belirlemelidir ki; dünya petrol fiyatları istedikleri limitlerin altına düşmesin. Sonuç olarak bu da, her iki ülkenin karar alma sürecinde birbirlerine bağımlılıklarını ve bir oyun içerisinde olduklarını göstermektedir. İkinci durumda da bir oyun söz konusudur. Çünkü bu iki dev firma, Amerikan çelik ticaretinin önemli bir oranını oluşturmaktadır ve biri fiyatı yüksek bir diğeri de düşük tutmak istemektedir. Bunu başarabilmek için de farklı stratejiler kullanacaklardır. Son iki durumda ise oyun teorisini kullanmanın bir faydası yoktur. Çünkü Türk Hava Yolları tarafından işe alınan her pilot , Türkiye'nin toplam hava gücünde tek başına etkisizdir ve pilotlar işe alınma kararlarını Türk Hava Yolları'nda yaratacakları etkileri düşünmeden vermek zorundadır. Diğer bir deyişle tek bir pilotun Türk Hava Yolları ile pazarlık şansı yoktur. Aynı şekilde dördüncü durumda bahsettiğimiz elektrik şirketi de herhangi bir rasyonel firma ile karşılaşmadığı için herhangi bir oyun içinde değildir. Firma, Karar Teorisi ile hareket etmek zorundadır. Çünkü Karar Teorisi, bir belirsizlikle karşı karşıya olan birey veya kurumların nasıl karar vermesi gerektiğini analizi eder.

Oyun Teorisi'nin bu bilimsel uygulama alanlarına ileride örnekler vererek daha detaylı bir şekilde değineceğiz. Ayrıca teorinin, bilimsel uygulamalarının yanında günlük yaşamda da karşılaştığımız sorunları çözmede de pratik yararları vardır. Teorinin günlük yaşamda kullanımı ile ilgili şu klasik örneği verebiliriz:

Bir istihbarat yetkilisi olarak size ulaşan bir ihbarı değerlendirmek durumunda kaldığınızı varsayın. İhbarda, yasadışı bir terör örgütünün ülkenin en önemli askeri üslerden birine saldırı düzenleyeceği bildirilmektedir. Bu durumda yapılacak en rasyonel şey nedir? Üssün mükemmel bir şekilde korunduğunu biliyorsunuz. Ancak birinci derece sorumlu biri olarak ihbarı göz ardı edemezsiniz. Atacağınız her adımın yeni sorunlara gebe olduğunu bile bile önlem almak zorundasınız. Harekete geçtiğiniz anda muhbirinizin can güvenliği tehlikeye girebilecektir. Ayrıca söz konusu üsteki savunma önlemlerini arttırdığınız anda, diğer üslerin savunmasız kalarak teröristlerin saldırısına uğraması ihtimali belirecektir. Buradaki bütün bu olasılıkları diğer yetkililerle tartışarak en rasyonel hareket tarzını benimsemek zorunda olduğunuz durum da gündelik hayatta karşılaşılan tipik bir oyundur.

Kısaca özetleyecek olursak; Oyun Teorisi rasyonel bireylerin karşılıklı etkileşim içinde olduğu bütün gerçek yaşam durumları ile ilgilenir. Bireylerin karşılıklı etkileşiminde, herhangi bir bireyin hareketi, diğer bir bireyin olası hareketine bağlı olmaktadır. Oyun teorisyenleri, bu durumu satranç oynayan bir kişinin bir hamle yaparken, oyun sırasında meydana gelebilecek bütün olasılıkları değerlendirmesine benzetmektedir. Aslıdan Aumann'ın, 1987'de önerdiği "Etkileşimli Karar Teorisi" Oyun Teorisi için daha tanımlayıcı bir isim olabilir.

2. BİR OYUNU TANIMLAMA

Bir oyunun anahtar kelimeleri *oyuncu*, *strateji*, *kazanç* ve *bilgidir*. Bunlar genel olarak oyunun kuralları olarak bilinir . *Kazancını* maksimum yapmak isteyen oyuncu , sahip olduğu bilgilere dayanarak farklı *stratejiler* kullanır.[13] Oyuncular tarafından seçilen bu stratejilerin kombinasyonu ise eşitlik olarak bilinir.

2.1. Oyun ve Oyuncu Kavramları

İktisadi hayatın temel öğelerinden biri ve belki de en önemlisi rekabettir. Piyasa faaliyetlerinde bulunan, hizmet veya üretim sunan ve kar amacı güden her firmanın rakipleri vardır. Bu nedenle bir işletmenin iç bünyesi ile ilgili sorunlara en iyi çözüm bulması, başarılı olmasına yetmeyecektir. İşletmeler, işletme dışı faktörlerin de etkilerini göz önünde tutmak, kontrolü dışında olan rakiplerin davranışlarına göre kendisini ayarlamak ve rakiplerine rağmen kendisine maksimum geliri sağlayacak stratejiyi saptamak zorundadır.

[13] Eric Rasmusen, **Games and Information, An Introduction to Game Theory**, Blackwell Publishing, (Fourth Edition,2007)(p.12)

Bireylerin, örgütlerin, devletlerin ve zaman zaman da orduların bir olayda çıkarlarının çelişmesi, aralarında şiddetli çatışmalara neden olabilir. Bu durumlarda, birbirlerine rakip iki veya daha fazla taraf vardır ve taraflardan birinin yapacağı herhangi bir hareketin başarılı olup olmayacağı diğer tarafın hareketine bağlı olacaktır. Taraflardan birinin aldığı kararın karşı tarafın aldığı karara bağlı bulunduğu hallerde rekabet meydana gelmekte, çatışma başlamaktadır.

Bu şekilde oyunda çıkarları çatışan grup veya şahıslara "OYUNCU" denir. Her oyunun bir amacı vardır; oyuncuların hedefi bu amaca olanakları elverdiğince yaklaşmak ve rakiplerini yenilgiye uğratmaktır.

Gerçekte, çatışma durumları birbirini etkileyen son derece karmaşık faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bu durumların analizi çok güç ve son derece karmaşıktır. Bu nedenle matematiksel bir analizi mümkün kılmak için, önemsiz faktörleri analiz dışında tutmak, basitleştirilmiş modeller inşa etmek gerekmektedir. Bu şekilde hazırlanan modellere de "OYUNLAR" denir. (Fudenberg, 1991)

Oyun Teorisi'nde ele alınan oyunlar ile ilgili bazı özellikleri incelediğimizde ise ilk olarak dikkat çeken nokta, bir oyunun belirli kurallara göre yürütülmesidir. Kurallar tarif edilmiş, kapsamları açıklanmıştır. Taraflar oyun süresince bu kurallara uyacak, bu kuralları bilecek ve aynı şekilde tarif edeceklerdir. Oyun tarif edilmiş kurallara göre oynandığı için de bir çatışma durumundan farklıdır. Örneğin satranç, dama ve kağıt oyunları gibi oyunlar kuralları saptanmış oyunlardır. Oyuncular bu kurallara uymak zorundadır.

Oyun, taraflar oynamayı kabul ettikleri zaman başlar. Oyunlara iştirak eden oyuncu sayısı birden fazla olabilir. Oyun, oyuncuların kazançlarını azami kılmak amacı ile oynanır.

2.2. Strateji

Oyun Teorisi'nin temel kavramlarından birisi de strateji kavramıdır. Tıpkı oyun ve Oyun Teorisi için yapıldığı gibi strateji ile ilgili de birçok tanım yapılmıştır. İlk olarak strateji için yapılmış olan tanımlara göz atalım:

✓ Strateji, oyunun başından sonuna dek ortaya çıkabilecek bütün durumlar için oyuncuların tercihlerini belirten kararlar bütünüdür. (F.Nash, 1991)

✓ Strateji, bir girişimin amaçlarının ve uzun dönem beklentilerinin belirlenmesi, bu amaçlar ve beklentiler doğrultusunda gerekli kaynakların tahsis edilip harekete geçilmesidir.[14]

✓ Strateji, amaçların,hedeflerin belirlenmesi ve bunlara ulaşabilmek için bir kişinin veya şirketin nasıl olması gerektiğinin tanımlanmasıdır.[15]

Bir strateji uygulayıcısının, geleceği iyi bir şekilde planlaması, hareketlerinin uzun dönemdeki neticelerini yeterli derecede düşünmesi gerekir. Gün ve gün karşılaşılan olayları oldukça iyi bir şekilde değerlendirmek, mükemmel bir taktik için iyi, iyi bir stratejinin tespiti için ise yetersizdir. Basit bir örnek ile strateji kavramını daha da yakından inceleyelim:

Satranç oyununda geçici bir pozisyon ele alalım ve beyazların ilk hamleyi yapacağını varsayalım. Eğer beyazlarla oynayan oyuncu iyi bir satranç ustası ise hamle yapmadan önce sayısız olanaklı hamleleri düşünecek, bunların birini seçerken siyahların vereceği yanıtı kestirmeye çalışacak, siyahların beklenen yanıtına karşı kendi yanıtını hazırlayacak ve bu şekilde bir mantık silsilesi yaratacaktır. Oyuncular, başarılı olabilmenin ancak rakibin izleyeceği yolu düşünmek ve bir an önce karşı tedbirleri almakla mümkün olacağını bilmektedir. Oyuncuların birkaç hamle

[14] Alfred Chandler, **Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise** , Cambridge, MA, MIT Press, 1962 , p.13
[15] Kenneth Andrews, **The Concept of Corporate Strategy** , Homewodd, Irwin, 1971

sonrasını düşünerek izleyecekleri stratejileri saptamalarına, kombinasyon adı verilir. İşte strateji böyle bir kombinasyondan ibarettir.

Satranç oyununa geri dönelim ve beyazlarla oynayan oyuncunun çok zeki bir oyuncu olduğunu kabul edelim. Böyle bir oyuncu ortaya çıkabilecek bütün hamleleri sezinleyebilecek ve cevaplarını ona göre hazırlayacaktır. Böylelikle, bu oyuncu bütün olasılıkları düşünerek kendisi için en iyi olan hamleyi yapacaktır. Siyahlarla oynayan oyuncunun her hamlesine de yeni bir hamleyle cevap verecektir. Böylelikle beyazlarla oynayan oyuncu siyahların yapabileceği bütün hamlelere karşı kendi cevabını hazırlamış ve oyun boyunca izleyeceği stratejiyi tespit etmiş olacaktır. Burada strateji birbirini izleyen hamleler için ön bilgilere dayanan kararlar bütününü ifade etmektedir. Özetlenirse;

Örneğimizde beyazların stratejisi ona kendi sırası geldiğinde hemen hamlesini yapma imkânı sağlayacaktır. Bu hamleler siyahların son hamlesi ile oyunun önceki aşamaları göz önüne alınarak yapılacaktır.

Bir oyuncunun, oyunu kazanması açısından hayati önem taşıyan stratejilerini seçerken ilk olarak şu soruları yanıtlaması gerekmektedir:

- ✓ Oyuncular kimlerdir?
- ✓ Mümkün stratejiler nelerdir?
- ✓ Kazançlar nelerdir?
- ✓ Oyunun kuralları nelerdir?

Oyunda kişisel hareketler bulunduğu için strateji kavramının bir anlamı vardır. Barbut, rulet gibi tamamen talihe dayanan oyunlarda stratejiden bahsedilemez. Ama talih oyunu olmayan oyunlarda strateji vazgeçilmez bir unsurdur. Oyun Teorisi’nde stratejiler üç alt başlık altında incelenir:

2.2.1. Salt(Tam) Strateji ve Karma Strateji:

Oyun Teorisi'nde denge noktalarının durumuna göre çeşitli strateji tiplerinden bahsedilir. Oyuncular, oyundaki kar ve zarar durumlarını dikkate alarak salt bir strateji kullanabilecekleri gibi, farklı stratejilerin kombinasyonu olarak karma bir strateji de benimseyebilir.

Oyunda tek bir denge noktası varsa hamle sayısı ne olursa olsun oyuncular bütün oyun boyunca tek bir strateji kullanacaklardır. Oyuncunun kullandığı bu tek stratejiye **Salt(Tam) Strateji** denir. Eğer herhangi bir salt strateji bir oyuncu için en uygun seçim ise, bu salt strateji diğer oyuncu için de optimal seçimdir.[16] Bu tam stratejiler daha sonra da anlatacağımız maximin ve minimax kurallarına göre ulaşılan değerleri veren stratejilerdir. Bazı oyunlarda ise birden fazla denge noktası vardır. Bu durumda oyuncular hamlelerinin bir kısmında bir strateji, diğer kısımlarında başka bir strateji uygulama imkanına sahiptirler. Bu şekilde oyuncuların bir oyun süresince birden fazla hareket tarzını seçebilmelerine ve çeşitli kararları bir arada benimsemelerine **Karma Strateji Uygulaması** denir. Karma stratejiler belirli bir olasılık dağılımına göre seçilir. A oyuncusu için herhangi bir karma strateji olasılık vektörü ;

$$X = \{x_1, x_2, ..., x_m\}$$

olarak gösterilebilir. Burada $x_i\,(i = 1,2,.........., m)$, A_i stratejisinin seçilme olasılığıdır. B oyuncusu için karma strateji olasılık vektörü ise;

$$Y = \{y_1, y_2, ..., y_n\}$$

olarak gösterilir. Buradaki $y_j\,(j = 1,2,.........., n)$ ise, B_j stratejisinin seçilme olasılığıdır.

---

[16] John S.Croucher , s.97

Olasılıksal olarak, x ve y vektöründeki x_i ve y_j değerleri negatif olmamalıdır. Yani;

$$x_i \geq 0 \qquad i = 1,2,.........,m$$
$$y_j \geq 0 \qquad j = 1,2,........,n$$
$$\sum x_i = \sum y_j = 1$$

olmalıdır. Sonuçta karma strateji, mümkün salt stratejilerin rasgele fakat belirli oranlarda birleşik olarak kullanılması olduğundan, normal olasılık ile ilgili koşulları da içermektedir.

2.2.2. Optimal Strateji

Oyun Teorisi'nin amacı rekabet etmekte olan ve beklentileri çatışan iki oyuncu için rasyonel hareket yollarını belirlemektir. Eyer noktası bulunan sıfır toplamlı oyunlarda bir oyuncu için optimal strateji, mümkün en büyük ortalama kazancı garanti edecek stratejidir. Rakip için optimal strateji ise, en küçük ortalama kaybı garanti edebilecek bir stratejidir.

Eyer noktası olmayan oyunlarda ise optimal (en uygun) stratejiyi verecek tek bir strateji mevcut değildir. Bu durumda en uygun strateji karma stratejinin uygulanması ile elde edilir.

2.2.3. Üstünlük Stratejileri

Üstünlük stratejisi oyunda tercih edilen ve diğer stratejilerden bazılarını devre dışı bırakan stratejiler olarak tanımlanır.[17]

Bir oyun matrisinde bir sütunun tüm elemanları başka bir sütunun karşılıklı elemanlarından büyük veya eşit ise, ya da aynı şekilde bir satırın tüm elemanları

[17] Alptekin Esin, **Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri** , (s.301)

başka bir satırın karşılıklı elemanlarından büyük veya eşit ise, bu tür stratejiye üstünlük stratejisi adı verilir.

2.2.4. Eş Stratejiler

Bir oyun matrisinde bir sütunun tüm elemanları başka bir sütunun karşılıklı elemanlarına eşit ise, ya da aynı şekilde bir satırın tüm elemanları başka bir satırın karşılıklı elemanlarına eşit ise, bu tür stratejilere eş stratejiler adı verilir. Eş stratejiler, adından da anlaşılacağı üzere hangisi seçilirse seçilsin, oyuncuya eş kazanç ya da kaybı getiren stratejilerdir.

Her ne kadar henüz oyun matrisini ve nasıl oluşturulacağını anlatmamış olsak da, hem ileride anlatacağımız oyun matrisi konusuna bir önbilgi olması için, hem de eş stratejileri örneklemek için aşağıdaki oyun matrisindeki eş stratejileri bulalım.

	Sütun Oyuncusunun Stratejileri			
Satır Oyuncusunun Stratejileri	A	B	C	D
I	2	2	3	2
II	7	6	1	7
III	3	5	4	3
IV	2	2	3	2

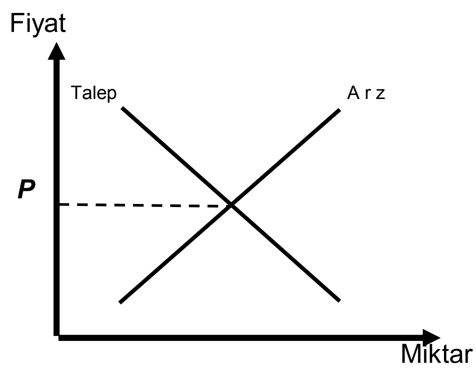
Sütun oyuncusu için, A ve D stratejilerinin kazançlarının (2,7,3,2), bire bir eşit oldukları görülebilir. Bunlardan biri diğerine tercih edilemez. Bu yüzden birini, A veya D'yi göz ardı etmek mümkündür. Bu yolla oyunun 4x4 olan boyutu 4 x 3'e indirgenmiş olur. Benzer şekilde satır oyuncusu için I.ve IV. Stratejiler (2,2,3,2) de eş stratejiler olduklarından biri dışta bırakılabilir. Böylece oyun 3 x 3 boyutuna indirgenmiş olur.

2.3. Kazanç veya Ödemeler

Kazanç veya ödemeler, oyun sonucunda oyuncuların elde ettikleri olarak tanımlanabilir. Oyunun sonucu kazanma, kaybetme veya oyundan çekilme olabilir. Her sonuç veya ödeme, negatif, pozitif ve sıfır olmak üzere her oyuncunun rakibine karşı kazancını veya kaybını gösterir.

2.4. Eşitlik

Ekonomide eşitlik, tüm ekonomi güçlerinin dengeye geldiği ve dışsal etkenler müdahale etmediği sürece eşitlik değişkenlerinin değişmediği durum olarak tanımlanır. Örneğin, market eşitliği dendiğinde, üreticiler tarafından sunulan mal miktarı ile tüketiciler tarafından talep edilen mal miktarının eşit olduğu nokta akla gelir. Şekil 1'deki arz ve talep eğrilerinin kesiştiği nokta bir eşitlik veya denge noktasıdır ve burada oluşan fiyata(P) da ekonomide denge fiyatı denir. Talep veya arz miktarları değişmedikçe de bu fiyat değişmez.



Şekil 1 : Piyasa Eşitliği

Benzer şekilde Oyun Teorisi'nde de kazanç veya ödemeler; ileride bahsedeceğimiz Nash Dengesi, Karma Strateji Eşitliği gibi bir eşitliğin veya denge noktasının bulunması ile elde edilir.

2.5. Bir Oyunun Başlıca Özellikleri

Bir oyunda iki veya daha fazla oyuncu (veya rakip) bulunur ve oyuncuların seçeceği alternatiflerin kombinasyonu ile bir karar matrisi elde edilir. Genel olarak oyun problemlerinde aşağıdaki özellikler bulunmaktadır.[18]

1. n oyuncu sayısını göstermek üzere $n \geq 2$ dir. n=2 olan oyunlara “iki kişili oyun”, n>2 olan oyunlara “n kişili oyun” adı verilir. Oyuncu sayısı sonsuzdur.
2. Her bir oyuncu rasyonel davranır ve kendi çıkarını dikkate alarak karar verir. Oyun teorisyenleri bireylerin rasyonel olduklarını söylerken bireylerin seçimlerini tutarlı bir şekilde yaptıklarından bahsetmektedir. Burada seçimlerini tutarlı bir şekilde yapan birey, kazancını maksimize etmeye çalışan bireydir.
3. Oyunun sonucu; oyunu kazanma, kaybetme veya oyundan çekilme olarak belirlenir. Her bir sonuç (outcome) veya ödeme; negatif, pozitif veya sıfır olmak üzere her oyuncunun diğerine yapacağı ödemeler ile belirlenir.
4. Tarafların seçenekleri belirlidir ve her bir oyuncunun davranışlar seti ($S_1, S_2, S_3,...$ gibi) rakibince bilinmektedir.
5. Her bir oyuncunun seçenek yani strateji sayısı sonludur.

2.6. Oyunlar İçin Yapılan Temel Sınıflandırmalar

Oyunlar, oyuncuların oyun sürecinde birbirleri ile ilişki kurup kurmamalarına veya oyundaki bilginin çeşitliliğine göre farklı sınıflandırmalara tabi tutulurlar.

2.6.1. İşbirlikçi ve İşbirlikçi Olmayan Oyunlar

Oyunlar arasında yapılan temel ayrımlardan biri, oyunların işbirlikçi (cooperative or non-cooperative) olup olmamalarına göre değerlendirmektir. Oyunun işbirlikçi olmaması, oyuncuların birbirleriyle işbirliği yapmayı reddetmeleri anlamına gelmez. Sadece, işbirlikçi olmayan oyunlarda, kararlar sadece oyuncuların kendi ilgilerine bağlıdır ve oyun başında bir anlaşma yapılmış olsa bile bu anlaşma

---
[18] Halaç, s.73.

oyuncular açısından bağlayıcı değildir. Zaten iki tür oyun arasındaki temel fark da işbirlikçi oyunlarda oyun katılımcıları tarafından verilen taahhütlerin oyuncuyu bağlayıcı özelliği olmasıdır. Öte yandan işbirlikçi olmayan oyunlarda ise, oyuncunun herhangi bir tercihe yönelik taahhüdünün bağlayıcılığı yoktur.(Harsanyi, 1966:616) Ancak bazı durumlarda oyuncular işbirlikçi haller de sergileyebilirler. İşbirlikçi olmayan oyunlarda oyuncuların işbirliği yapmaları durumunu, işbirlikçi oyunlarla karıştırmamak gerekir. İlkinde elde edilen işbirliği, oyuncularının menfaatlerinin birlikteliğinin sonucudur. Yani oyuncuların işbirliğinden menfaatleri vardır.[19] Aslında, işbirlikçi olmayan oyunların göze çarpan özelliği de, oyun sonunda dışsal bir işbirliğine ulaşılabilmesidir.

İşbirlikçi olmayan oyunlarda bireysel davranışa yoğunlaşılır. Her oyuncu hangi kararı vermeli veya rasyonel oyuncular kararlarını nasıl seçecekler gibi sorulara cevap aranır. İşbirlikçi oyunlarda ise , farklı bir problemle karşı karşıya geliriz. Burada kişilerin oluşturduğu gruplara veya koalisyonlara yoğunlaşılır. “Ne tür bir grup oluşacak? Ödemeler veya kazançlar üyeler arasında nasıl paylaşılacak?” gibi sorulara yanıt bulmaya çalışırız.

2.6.2. Kusurlu ve Kusursuz Bilgili Oyunlar:

Oyunları, oyuncuların oyun hakkındaki bilgisine bağlı olarak, kusurlu bilgiye sahip (games with imperfect information) ve kusursuz bilgiye sahip (games with perfect information) oyunlar olarak da sınıflandırabiliriz. Eğer oyuncular hamlelerini yaptıklarında daha önce aynı hareket sonucunda ne olduğunu tam olarak biliyorlarsa ve eşzamanlı olarak karar vermiyorlarsa bu oyunun kusursuz bilgili bir oyun olduğunu söyleyebiliriz. Tersi durumda ise, yani oyuncuların birbirlerinin strateji seçimlerini göremedikleri ve sanki aynı anda karar veriyorlarmış gibi oynadıkları oyunlarda ise kusurlu bilgi söz konusudur.

---

[19] David Kreps,**Game Theory and Economic Modeling**, Oxford University Press,1990, (p.9)

2.6.3. Tam Bilgili ve Eksik Bilgili Oyunlar

Bir oyunun eksik bilgili (games with incomplete information) mi yoksa tam bilgili (games with complete information) mi olduğunu söylemek için ise oyunun oynandığı şartlara bakmak gerekir. Eğer bir bilgi herkes tarafından bilinirse ve herkes bu bilgiyi herkesin bildiğini bilirse bu bilgi ortak bilgidir (common knowledge). Bu tanımlama ilk olarak Amerikan filozof David Lewis(1969) ve Aumann(1976) tarafından yapılmıştır. Eğer, oyunun her elementi ortak bir bilgiden oluşuyorsa ise bu oyun *tam bilgili* bir oyundur. Tersine, eğer bir oyuncu oyunun kazançlarını tam olarak bilmiyorsa veya ne tür rakipleri olduğunu bilmiyorsa bu tür oyunlar eksik bilgilidir . Örneğin, bir işverenin bir işçiyi işe alıp almama kararının vermesi gerektiği bir oyunun düşünelim. Bu oyunda işveren işçi hakkında eksik bilgiye sahiptir. Her ne kadar işçi hakkında iyi referanslar da olsa, işçi çok iyi üniversiteleri bitirmiş de olsa bu sadece işçinin işe uygunluk olasılığını arttıracak ama işverenin eksik bilgiye sahip olması gerçeğini değiştirmeyecektir.

2.7. Kişisel ve Talih Hareketleri

Bir oyun birbirini izleyen hamlelerle oynanır. Oyunda tarafların yapmaları mümkün olan hareketlerin hepsine, tarafların mümkün hareketleri denir. Her hareket (hamle) kurallarla gösterilen alternatiflerden birinin seçilmesini gerektirir. Oyun teorisinde hareketler kişisel ve talih hareketleri olarak iki kısma ayrılır. Kişisel hareketler, oyun boyunca oyuncuların şuurlu bir şekilde mümkün olan hareketlerden birini seçmesi veya seçebilme yeteneğine sahip olmasıdır. Satranç ve dama oyununda yapılan hamleler (hareketler) kişisel hareketlere iyi bir örnektir. Oyunda sırası gelen oyuncu kendini başarıya ulaştıracak mümkün alternatiflerden birini bilinçli olarak seçmek olanağına sahiptir. Bu kişisel hareketlerin sınırını oyunların kuralları belirler.

Talih hareketleri ise, bir talih sonucu ortaya çıkan olanaklardan birinin seçilmesidir. Talih oyunlarına örnek olarak yazı-tura, barbut, iskambil oyunlarını verebiliriz. Havaya atılan bir paranın yazı veya tura gelmesini isteyen kişi,   0.5

ihtimalle istediğini elde edecek, neticeyi etkileyebilecek hiçbir harekette bulunamayacaktır.

Barbut gibi tamamen talih hareketlerini ihtiva eden oyunlar olduğu gibi, satranç ve dama gibi tamamen kişisel hareketleri gerektiren oyunlar da vardır. İskambil oyunları ise talih hareketlerini ve kişisel hareketleri aynı anda gerektiren oyunlardır. Bu tip oyunlara da karma hareketli oyunlar denmektedir.

3. TAM BİLGİYE DAYANAN STATİK OYUNLAR

Oyunları daha önce de bahsettiğimiz işbirlikçi olan veya işbirlikçi olmayan, kusurlu bilgiye dayanan veya kusursuz bilgiye dayanan, tam bilgiye sahip olan veya eksik bilgiye sahip olan oyunlar olarak farklı biçimlerde sınıflandırabiliriz. Farklı bir yaklaşıma göre de, statik ve dinamik oyunlar ayrımı yapılabilir. Statik oyunlar, veri bir zaman dilimi içerisinde tüm kararların eşanlı olarak verildiği oyunlardır. Yani oyuncular bir kerelik karar verirler ve oyun sona erer. Dinamik oyunlarda ise çok sayıda zaman diliminde kararlar alınmaktadır. Statik ve dinamik oyunlar arasındaki farkı anlayabilmek için Cournot Duopol Piyasa modelini ele alalım. Temel iktisat kitaplarında anlatılan şudur: Her iki firma da kendi karını maksimize edecek şekilde aynı anda ve tek üretim kararı verirler yani statik bir oyun oynarlar. Ancak firmaların birkaç aşamada karar alarak karlarını maksimize etmeye çalıştıklarını da düşünebiliriz. Bu durumda oyun dinamik bir görüntüye sahip olur.

Oyunların ayrıca betimleme ve çözümleme yollarını da sınıflandırabiliriz. Bir betimleme yöntemi olan normal biçim, stratejiler ve kazançlar üzerine odaklanır. Diğer betimleme biçimi olan yayvan biçim ise davranışların ve kararların dizilimi ile uğraşır. Hangi yöntemin seçileceği yöntemin kolaylığını ve sezgi biçimine bağlıdır. Genel olarak, s*tatik oyunlarda normal biçim, dinamik oyunlarda da yayvan biçim tercih edilmektedir.* Çözüm yollarını incelediğimizde ise statik oyunların Nash Dengesi'nin kullanılması ile, dinamik oyunların da Alt Oyun Nash Dengesi'nin bulunması ile çözüldüğünü söyleyebiliriz.

3.1. Normal Biçimdeki Oyunlar (Normal Form Games)

Oyun Teorisi'nde normal biçim, bir oyunu tanımlama yoludur. Yayvan biçimdeki oyunların aksine normal biçim, oyunu bir grafik ile değil daha çok bir oyun matrisi şeklinde sunar. Bu biçimdeki oyunlarda, mutlak üstünlük stratejilerini ve Nash Eşitlikleri'ni matris yardımı ile bulabilmek daha kolaydır. Ancak, yayvan biçimli oyunlara göre de biraz bilgi kaybı dezavantajı vardır. Bir oyunun normal biçimde ifade edilmesi, bir oyuncunun bütün stratejilerini ve aynı zamanda stratejilerin oynanması halinde oyuncuların olası kazançlarını göstermeye yarar.

3.1.1. Ödemeler Matrisi

Her oyunun kendine özgü elemanları ve özelliği vardır. Statik oyunlarda bu elemanlar, küme ve fonksiyon kavramlarıyla temsil edilmektedir. Normal biçimde ifade edilen bir oyunda, bir oyuncu kümesi, her bir oyuncu için bir strateji kümesi ve her bir oyuncu için bir kazanç fonksiyonu yer alır.

Oyuncular Kümesi (I): Oyuncuların yer aldığı küme. Bu oyuncular kurgulanan oyuna ve modellenen duruma göre kişiler, şirketler, devletler ve hatta hayvanlar olabilir. Oyuncu sayısı ise ikiden sonsuza kadar olabilir. Her bir oyuncuyu bir rakamla gösterebileceğimiz bir oyuncu kümesini şu şekilde yazabiliriz:

$$N=\{1,2,3,.....,n\}$$

Eylem (Strateji) Kümesi (A): Her oyuncu bir strateji kümesine dayanarak karar verir. Strateji bir oyunda gerçekleşmesi mümkün olan oyuncu davranışlarını tanımlar. Örneğin, düşük veya yüksek fiyat politikası uygulamak bir strateji seçimidir. s_{ij} , i. oyuncu için olanaklı j. stratejiyi gösterirse, i bireyi için tüm olası stratejilerin kümesi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, s_{i3}, ..., s_{it}\}$$

Tüm oyuncuların stratejilerinin oluşturduğu küme ise $S = \{S_1, S_2, S_3, ..., S_n\}$ şeklinde gösterilir. Strateji kümesi de oyuncu sayısı gibi sonsuz sayıda elemana sahip olabilir.

Kazanç Fonksiyonu (P): Bütün oyuncuların her türlü olası strateji kombinasyonu için oyun sonunda elde edeceği kazancı ya da kaybı olarak tanımlanabilir. Bu getiriler parasal olarak tanımlanabileceği gibi her oyuncu için fayda fonksiyonları ile de belirtilebilir. Ayrıca biyoloji gibi alanlarda bu tip getirilerden bahsetmek olanaksızdır. Bu nedenle iki hayvan türünün çatıştıkları oyunlarda, her türün yavru sayısı o türün getirisi olarak alınabilir. i bireyi için kazanç fonksiyonu ise şu şekilde yazılır:

$$\Pi_i = \Pi_i \{S_1, S_2, S_3, ..., S_n\}$$

Bu bilgilerden sonra, ödemeler matrisi kavramını tanıtabiliriz. Oyuncuların strateji seçimlerinin türlü bileşimlerinden sonuçlanan kazanç ve kayıpları gösteren matrise ödemeler matrisi denir. Ödemeler matrisinin elemanları pozitif, negatif veya sıfıra eşit olabilir. Söz konusu matrisin herhangi bir elemanı pozitifse, sütunda yer alan oyuncu, satırda yer alan oyuncuya bu miktarda ödeme yapar. Matrisin herhangi bir elemanı negatif ise satırdaki oyuncu sütundaki oyuncuya bu negatif elemanın mutlak değerine eşit ödemede bulunur. Matrisin elemanı sıfır ise oyunculardan hiçbiri birbirine ödemede bulunmaz. m satırlı ve n sütunlu bir ödemeler matrisi Şekil 2'deki gibi gösterilebilir:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & .... & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & .... & a_{2n} \\ ...... & ...... & ..... & .... & ..... \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & .... & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2 : mxn Boyutlu Ödemeler Matrisi

Şekil 2'de satırların A oyuncusunun, sütunların da B oyuncusunun stratejilerini gösterdiğini kabul edelim. Buna göre A oyuncusunun m sayıda stratejisi vardır ve oyuncu, bunlardan birini seçebilir. B oyuncusu da n sayıda stratejiye sahiptir. Oyunun sonucu, yani sütundaki oyuncu B'nin, satırdaki oyuncu A'ya yaptığı ödeme; A oyuncusunun ödeme matrisinde seçtiği satır ile B oyuncusunun seçtiği sütunun kesiştiği yerdeki eleman tarafından belirlenir. Örneğin A oyuncusu, a_3 stratejisini seçer ve B oyuncusu da b_2 stratejisini seçerse oyunun sonucu a_{32} olur. Eğer a_{32} negatif olursa, bu miktar A oyuncusunun B oyuncusuna yapacağı ödemeyi veya A oyuncusunun kaybını gösterecektir. Pozitif ise; A oyuncusunun kazancını gösterir. Şimdi ödemeler matrisini bir örnek yardımı ile açıklayalım:

<u>Yazı-Tura Oyunu (Penny Matching)</u>

İki oyuncunun oynadığı basit bir yazı tura oyununu ele alalım. Oyunculardan her biri elindeki parayı diğerine göstermeden, paranın yazı yüzü veya tura yüzü yukarıya gelecek şekilde yere koyup eliyle kapatsın. Eller açıldığında her iki para da aynı yüzü gösteriyorsa, yani her iki oyuncu da paranın tura yüzünü veya yazı yüzünü çevirmiş ise A oyuncusu, B'nin elindeki parayı alsın. Aksi olursa yani, A turayı çevirdiğinde B yazıyı veya B turayı çevirdiğinde A yazıyı çevirmiş ise; B oyuncusu, A oyuncusunun elindeki parayı alsın. Önce bu bilgilere göre oyunun tanımını yapalım:

1) I(Oyuncular Kümesi) = {A, B}
2) A_i (Eylem Kümesi) = {Yazı, Tura}, i = A, B
3) Getiriler = A ve B oyuncularının getirilerini matristen görebiliriz.

Bu oyunda hem A oyuncusu hem de B oyuncusu ikişer stratejiye sahiptir. A oyuncusu, A_1:yazı-A_2:tura ve aynı şekilde B oyuncusu da, B_1:yazı-B_2:tura stratejilerine sahiptir. Oyunu kazanan oyuncunun kazanıcını 1 birim ve oyunu kaybeden oyuncunun da kaybını 1 birim olarak kabul edersek oyunun ödemeler matrisini oluşturabiliriz:

		B Oyuncusu	
		Yazı	*Tura*
A Oyuncusu	*Yazı*	**1**	**-1**
	Tura	**-1**	**1**

B oyuncusu paranın tura yüzünü çevirdiğinde A oyuncusunun da turayı çevirmesi ve B oyuncusu paranın yazı yüzünü çevirdiğinde A oyuncusunun da yazıyı çevirmesi, A oyuncusu için tercih edilecek olan durumdur. Oyuncuların çevirdikleri paraların yüzlerinin birbirinin tersi olması ise B oyuncusu için tercih edilecek bir durumdur. Bu oyunun nasıl bir çözüme ulaşacağını ise, ilerleyen sayfalarda oyunların çözümleri ile ilgili kavramlara değindiğimiz zaman anlatacağız.

3.1.2. Bir Ödemeler Matrisini Oluşturma

Yukarıda anlattığımız ödemeler matrisini oluşturmak, en az oyunun çözümü kadar zordur. Çünkü farklı stratejilerin kullanılması sonucu oyuncuların elde edeceği kazanç ve kayıpları gösteren hücrelerdeki değerleri bulmak gerçekten teorinin en çok problem yaşadığı noktalardan birisidir. Konunun ehemmiyetini aşağıdaki örnek yardımı ile anlatmaya çalışalım:

Firmaların reklam stratejilerini seçtikleri iki firmalı bir duopol piyasayı ele alalım. Modelin varsayımları şu şekilde olsun:

1. Firmalar ürünlerini sabit bir fiyattan satmaktadır.
2. Reklam, piyasa toplam talep düzeyini etkilememektedir.
3. Firmalar yüksek ve düşük olmak üzere iki reklam düzeyini seçip uygulayabilirler.
4. Firmaların piyasa payları seçecekleri reklam düzeyine bağlıdır.

Bu oyunda her iki oyuncu da yüksek reklam düzeyi uygulamak ve düşük reklam düzeyi uygulamak olmak üzere ikişer stratejiye sahiptirler.

$S_i = \{R_Y, R_D\}$ i = 1,2

Π_0 endüstrinin kar düzeyini, m_{jk} rakip firma k stratejisini seçerken, firmanın j stratejini seçmesi durumunda oluşacak piyasa payını göstersin. Değişik reklam düzeyi seçimlerinde piyasa payı toplamı 1'e eşittir.

$$m_{jk} + m_{kj} = 1$$

Her iki firma için de yüksek reklam-yüksek reklam, yüksek reklam-düşük reklam, düşük reklam-yüksek reklam ve düşük reklam-düşük reklam olmak üzere dört olası reklam bileşimi vardır. Kazanç fonksiyonu dört olası reklam bileşiminin sonuçlarını verir. Birinci ve ikinci firma için kazanç fonksiyonlarını yazalım:

$$\Pi_1(R_Y, R_Y) = m_{YY}\Pi_0 - R_Y \qquad \Pi_2(R_Y, R_Y) = m_{YY}\Pi_0 - R_Y$$
$$\Pi_1(R_Y, R_D) = m_{YD}\Pi_0 - R_Y \qquad \Pi_2(R_Y, R_D) = m_{YD}\Pi_0 - R_Y$$
$$\Pi_1(R_D, R_Y) = m_{DY}\Pi_0 - R_D \qquad \Pi_2(R_D, R_Y) = m_{DY}\Pi_0 - R_D$$
$$\Pi_1(R_D, R_D) = m_{DD}\Pi_0 - R_D \qquad \Pi_2(R_D, R_D) = m_{DD}\Pi_0 - R_D$$

m'ler piyasa payını, R'ler ise reklam yapmanın maliyetini göstersin. Şimdi sayısal bir örnek kullanarak kazançları matris biçiminde yazalım. Matrisin satır ve sütunları strateji seçimlerini gösterecektir. Aşağıdaki değerlere sahip bir piyasa düşünelim:

$\Pi_0 = 5000$ $m_{YY} = 1/2$ $m_{YD} = 4/5$

$R_Y = 1000$ $m_{DD} = 1/2$ $m_{DY} = 1/5$

$R_D = 400$

Örneğin her iki firma da yüksek reklam harcaması yaparsa piyasa payını yarı yarıya paylaşırlar. Her bir firma, 5000 birimlik endüstri karının 2500'ünü elde eder ve 1000 birimlik reklam gideri düşüldükten sonra net 1500'er birimlik kar elde ederler. Bu şekilde de diğer kazançları da her bir firma için hesaplayalım ve bir kazanç matrisi oluşturalım.

Birinci firmanın olası kazançları;

$$\Pi_1(R_Y, R_Y) = m_{YY}\Pi_0 - R_Y = \tfrac{1}{2} * 5000 - 1000 = 1500$$
$$\Pi_1(R_Y, R_D) = m_{YD}\Pi_0 - R_Y = \tfrac{4}{5} * 5000 - 1000 = 3000$$
$$\Pi_1(R_D, R_Y) = m_{DY}\Pi_0 - R_D = \tfrac{1}{5} * 5000 - 400 = 600$$
$$\Pi_1(R_D, R_D) = m_{DD}\Pi_0 - R_D = \tfrac{1}{2} * 5000 - 400 = 2100$$

şeklindedir. İkinci firmanın olası kazançları ise;

$$\Pi_2(R_Y, R_Y) = m_{YY}\Pi_0 - R_Y = \tfrac{1}{2} * 5000 - 1000 = 1500$$
$$\Pi_2(R_Y, R_D) = m_{YD}\Pi_0 - R_Y = \tfrac{4}{5} * 5000 - 1000 = 3000$$
$$\Pi_2(R_D, R_Y) = m_{DY}\Pi_0 - R_D = \tfrac{1}{5} * 5000 - 400 = 600$$
$$\Pi_2(R_D, R_D) = m_{DD}\Pi_0 - R_D = \tfrac{1}{2} * 5000 - 400 = 2100$$

olarak bulunur. Bu rakamları kullanarak artık bir oyun matrisi oluşturabiliriz:

		Firma 2	
		Düşük	**Yüksek**
Firma 1	**Düşük**	2100, 2100	600, 3000
	Yüksek	3000, 600	1500, 1500

Ödemeler matrisi bu şekilde oluşturulduktan sonra, gerekli çözüm yolları uygulanarak oyuncuların yüksek reklam politikası mı yoksa düşük reklam politikası mı uygulaması gerektiği bulunur.

3.2. Statik Oyunların Çözümünde Kullanılan Temel Önermeler

3.2.1. Minimax Prensibi(Güvenlik Stratejileri)

Güvenlik stratejilerini açıklamak için aşağıdaki oyun matrisinden faydalanalım:

		B Oyuncusu	
		B1	B2
A Oyuncusu	A1	**19**	**5**
	A2	**12**	**8**

A oyuncusu iki stratejiden birini, A_1 veya A_2'yi seçmek zorundadır. Aynı şekilde B oyuncusu da, B_1 ve B_2 stratejilerinden birini seçecektir. Bu oyunda A her zaman ve her olası durumda kazançlı çıkacak taraftır. Çünkü oyun matrisinde, negatif değerli bir hücre yoktur. Oyun süresince A daha fazla kazanmak isterken, B tamamen farklı amaçla hareket ederek mümkün olduğu kadar en az kaybetmenin yollarını arayacaktır. Örnekte oyun devamlı olarak B'nin aleyhine işlemektedir.

Bu durumda A oyuncusu nasıl bir politika izlemelidir? Açıkça görülmektedir ki A oyuncusu, 19 birimlik kazanç sağlayabilme olasılığının etkisi altında olacaktır. Bu hedefine ulaşabilmek için de; B oyuncusunun B_1 stratejisini seçeceği ümidi ile A_1 stratejisini seçmek isteyecektir. B oyuncusu, telepati, sezgi, muhbir veya herhangi bir yolla, A oyuncusunun A_1 stratejisini seçeceğini fark ederse, B_1 stratejisini seçtiği zaman 19 birim değerinde bir kaybı olacağını anlayacaktır. Bu yüzden B oyuncusu, kaybını asgari düzeye indirmek için 5 birim değerinde kayba neden olan B_2 stratejisini seçecektir. B oyuncusu, B_2 stratejisini seçtiği zaman A oyuncusunun, A_1 stratejisi yerine A_2 stratejisini seçmesi daha karlı olacaktır. Çünkü bu durumda A_2 stratejisi, A oyuncusunun kazancını 5 birimden 8 birime yükseltecektir.

Dikkate değer bir sonuca ulaşmış bulunuyoruz. A oyuncusunun A_2 stratejisini, B oyuncusunun da B_2 stratejisini seçmesi durumunda, ne A oyuncusunun ne de B oyuncusunun başka bir stratejiyi seçmesi için herhangi bir sebep yoktur. A oyuncusu, A_2 stratejisinden vazgeçmeyecektir çünkü B oyuncusu B_2 stratejisini seçtiği zaman, A oyuncusu için A_2 stratejisi, A_1 stratejisinden daha iyi bir kazanç sağlayacaktır (8>5). B oyuncusu da izlediği stratejiyi değiştirmek istemeyecektir. Çünkü, A oyuncusunun A_2 stratejisini seçmesi durumunda, B oyuncusu için B_2 stratejisi, B_1 stratejisinden daha az bir kayba neden olacaktır (8<12). Böylelikle dengeli bir duruma gelmiş bulunuyoruz.

Şimdi oyuna daha farklı bir açıdan bakalım. A oyuncusu şu şekilde düşünebilir: “ A_1 stratejisini seçersem, en kötü ihtimalle 5 birim kazanırım (ödemeler matrisinin ilk sırasının minimumu). Oysa A_2 stratejisini seçersem, en kötü ihtimalle 8 birimlik bir kazanç elde edebilirim (ödemeler matrisinin ikinci sırasının minimumu). Soruna B oyuncusu ise, farklı bir açıdan bakacaktır. O da şöyle düşünebilir: “ B_1 stratejisini seçersem 19 birimlik bir risk almış olacağım(birinci sütununun maksimumu). Oysa B_2 stratejisini seçersem 8 birimlik bir riskle karşılaşacağım (ikinci sütunun maksimumu).”

Sözünü ettiğimiz sıra minimumları ile sütun maksimumlarını ödemeler matrisinin kenarlarında gösterebiliriz.

		B Oyuncusu		
		B1	B2	*Minimum*
A Oyuncusu	A1	**19**	**5**	***5***
	A2	**12**	**8**	***8*** *(maximin)*
	Maximum	***19***	***8*** *(minimax)*	

A oyuncusu, rakibinin de rasyonel hareket ettiği düşüncesi ile elde edebileceği minimum kazançların içerisinden kendisine en büyük değeri sağlayan stratejiyi seçer. Buna ***Maximin*** çözüm denir. Buna göre, A oyuncusu minimax çözüm yöntemini kullanarak A_2 stratejisini seçer çünkü en kötü şartlardaki en büyük kazancı, bu strateji sağlamaktadır. a, A oyuncusunun kazancını gösterirse, minimax çözümü aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$a = \max_i \min_j a_{ij}$$

B oyuncusu da A oyuncusun düşüncesine benzer bir düşünce tarzı ile hareket edecektir. Matristeki bütün ödemeler B oyuncusu için bir kaybı ifade etmektedir. Bu durumda B oyuncusu öyle bir strateji seçmelidir ki, maksimum kayıp mümkün olduğu kadar küçük olsun. Bu nedenle B oyuncusunun sütun maksimumlarının minimumunu veren stratejiyi yani ***Minimax*** stratejisini seçmesi gerekir. Oyunumuzda bu strateji B_2'dir. Böylelikle B oyuncusu en kötü şartlarda oluşacak azami kaybını minimize etmiş olur. b, B oyuncusunun kaybını gösterirse, maximin çözümü aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$b = \min_i \max_j a_{ij}$$

Her iki oyuncunun da güvenlik stratejilerini uygulaması sonucunda, stratejilerinin kesiştikleri noktadaki değere OYUNUN DEĞERİ (THE VALUE OF GAME) denir. Örneğimizde bu değer 8 birimdir ve bu değer B oyuncunun A oyuncusuna yapacağı ödemeyi ifade eder.

3.2.1.a. İki Oyunculu Sıfır Toplamlı Oyunlar

Oyun teorisinde büyük ağırlık bu tip oyunlarda toplanmıştır. İsminden de anlaşılacağı gibi , bu oyun iki oyuncu arasında oynanmaktadır. İkiden fazla şahsın aralarında bir koalisyona giderek oyuna iştirak etmeleri oyunun niteliğini değiştirmez. Daimi olarak iki koalisyon varsa oyun iki kişilik oyuna indirgenir. Oyunun, sıfır toplamlı olarak isimlendirilmesinin sebebi ise oyun sonunda elde edilen kar ve zararın toplamının “0” a eşit olmasıdır. Oyunda bir oyuncunun, diğerinin kaybettiğini kazanmasından dolayı net kazanç “0” a eşittir. Kısaca, bir oyunda iki oyuncu varsa oyun iki kişili oyundur. İki kişili bir oyunda oyuncuların kazançları toplamı sıfırsa oyun, iki kişili sıfır toplamlı bir oyundur.[20] Bu tip oyunlarda;

Oyunda bir kişinin kazanabilmesi için diğerinin kaybetmesi gerekir. Bu nedenle oyuncular rakiptirler. Tarafların ulaşmak istedikleri amaçlar çatışmaktadır. Oyuncuların, aralarında birleşerek veya bir kombinasyon oluşturarak bir kazanç sağlamaları imkansızdır. Bunun en basit örneği futboldur. Bir takım 1-0 galipse, diğer takım da 1-0 mağlup demektir. Lig puan cetveli tablosunda atılan ve yenen golleri toplarsanız birbirine eşit çıkarlar. Bu çeşit oyunlar mutlak bir zafer ya da mutlak bir yenilgi yarattığı için 'oyun' kavramının özünü oluştururlar ama gündelik hayatta, özellikle de insan ilişkilerinde ve ekonomide bu oyunlara pek az rastlanır. Minimax teoremini anlatırken ele aldığımız örnek oyun da sıfır toplamlı bir oyundur.

İki oyunculu ve sıfır toplamlı bir oyunda temel olarak üç öğe üzerinde durabiliriz. (x_1, x_2, u). Burada u , kazanç eksenindeki oyuncunun maksimize etmeye, kaybeden oyuncunun ise minimize etmeye çalıştığı oyunun değeridir. Kazanç eğiliminde olan oyuncunun güvenlik stratejileri daha önce de değindiğimiz gibi “maximin”, oyunun yapısı gereği kaybetme durumunda olan oyuncunun güvenlik stratejileri ise “minimax” stratejiler olarak adlandırılır. Genel olarak matrisin satır elemanı kazanan oyuncuyu, sütun elemanı ise kaybeden oyuncuyu temsil eder.

İki kişilik, sıfır toplamlı oyunlarda ödemeler matrisi (kazanç matrisi) genel olarak Şekil 3’teki gibidir:

[20] Cinemre, s.288.

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="5" align="center">B</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>B_1</td><td>B_2</td><td>B_3</td><td>…..</td><td>B_n</td></tr>
<tr><td rowspan="5">A</td><td>A_1</td><td>a_{11}</td><td>a_{12}</td><td>a_{13}</td><td>…..</td><td>a_{1n}</td></tr>
<tr><td>A_2</td><td>a_{21}</td><td>a_{22}</td><td>a_{23}</td><td>…..</td><td>a_{2n}</td></tr>
<tr><td>A_3</td><td>a_{31}</td><td>a_{32}</td><td>a_{33}</td><td>…..</td><td>a_{3n}</td></tr>
<tr><td>…..</td><td>…..</td><td>…..</td><td>…..</td><td>…..</td><td>…..</td></tr>
<tr><td>A_m</td><td>a_{m1}</td><td>a_{m2}</td><td>a_{m3}</td><td>…..</td><td>a_{mn}</td></tr>
</table>

Şekil 3 : İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyun Ödemeler Matrisi

Eğer bir oyunda, Şekil 3'teki gibi, A oyuncusu için m tane ve B oyuncusu için n tane mümkün strateji var ise; bu oyuna mxn boyutlu oyun adı verilir.

A oyuncusunun stratejileri: $(A_1, A_2, ..., A_m)$

B oyuncusunun stratejileri: $(B_1, B_2, ..., B_n)$

ile gösterilir.

Oyunculardan her birinin sırası ile, A_i ve B_j gibi iki stratejiyi seçtikleri varsayıldığında, a_{ij} oyunun sonucunu gösterir. Genel olarak, sıfır toplamlı oyunlardaki oyunun matris gösterimi ve diğer bilgiler, 3.1.1. Ödemeler Matrisi başlığı altında, statik oyunların normal biçimde gösterimi ile ilgili anlattıklarımız ile aynıdır. Zaten bu yüzden sıfır toplamlı oyunlar, oyun teorisinin doğuş noktası olarak kabul edilir. Konuyu daha iyi kavrayabilmek için ilk olarak birkaç tane sanal örnek çözüp, daha sonra tarih yapraklarına Bismarck Deniz Savaşı olarak geçen Japonlar ile Amerikanlar arasındaki savaşın oyun teorisi ile nasıl çözülebileceğini gösteren bir örnek verelim:

Örnek :

		B				
		B_1	B_2	B_3	B_4	*Min (A)*
A	A_1	45	25	35	55	25
	A_2	58	8	31	90	8
	A_3	50	10	24	30	10
	Max (B)	*58*	*25*	*35*	*90*	

Yukarıdaki sıfır toplamlı oyunda A oyuncusu A_1, A_2 ve A_3 stratejilerine sahipken, B oyuncusu B_1, B_2, B_3 ve B_4 stratejilerine sahiptir. Her iki oyuncu da, rakibinin hangi stratejiyi seçeceğini bilmediği gibi her biri ancak tek bir stratejiyi kullanabilmektedir. Oyunda tam bir belirsizlik söz konusudur.

Şimdi kazanç matrisini inceleyelim. A oyuncusu, A_1 stratejisini seçtiği zaman en az 25 birimlik, A_2 stratejisini seçtiği zaman en az 8 birimlik ve A_3 stratejisini tercih ettiği zaman da en az 10 birimlik bir kazanç elde edecektir.

A oyuncusu, B oyuncusunun hangi stratejiyi oynayacağını bilmediğinden, kendisi için mümkün olan en az kazançların [25,8,10] arasından en büyük olanını yani 25 birimlik kazancı garanti etmek ister. A oyuncusu için kazanma kuralı en küçük kazançlar içinden en büyüğünü seçmek olacaktır. Böylece A oyuncusu, A_1 stratejisini seçer. Eğer A_1'den farklı bir stratejiyi seçerse, maximin kuralının vereceği değerden daha az kazancın riskini yüklenmiş olacaktır. Örneğin A oyuncusu A_2 stratejisini, B oyuncusu da B_2 stratejisini seçerse, A oyuncusunun kazancı 8 birim olur.

B oyuncusu da kendisi için olası en büyük kayıpların [58,25,35,90] en küçük olanını yani yine 25 birimlik kaybı garanti etmek ister. Böylece B oyuncusu da B_2 stratejisini seçer.

Sonuç olarak; A oyuncusunun A_1 ve B oyuncusunun B_2 strateji seçimleri sonrasında, A oyuncusunun kazancı a_{12} = 25 birim olur. Bu aynı zamanda B oyuncusunun kaybıdır. A oyuncusunun kazancı B oyuncusunun kaybına eşit olduğundan oyun sıfır toplamlı bir özellik gösterir ve değeri (v)=25'tir. Bu oyun aynı zamanda *eyer noktası* olan bir oyundur.

Bismarck Deniz Savaşı (The Battle of the Bismarck Sea)

İki kişili sıfır toplamlı oyunları anlatmak için şimdi de yaşanmış bir olayı inceleyelim. Japonya ile A.B.D. arasında 1943 yılında yaşanan Bismarck Deniz Savaşı'nda, Japonlar Yeni Gine'deki Amerikan donanmasına saldırabilmek için Raband'da güçlerini kullanmak istiyorlardı. Raband'a ise ancak Yeni Britanya'yı denizden geçerek ulaşabilirlerdi. Japon Amiral Kimura, askerlerini, ya Bismarck Denizi'nin kuzeyinden ya da daha uzun bir yol olan güneyinden Raband'a ulaştırmak zorundaydı. Amerikan Amiral Kenny ise, Japon donanması Raband'a ulaşana kadar donanmaya mümkün olan en büyük tahribatı verebilmek için bombardıman uçaklarını hangi yöne göndermesini belirlemek zorundaydı. Yanlış bir yön seçmesi durumunda, bombalama yapacağı gün sayısı ve dolayısı ile vereceği tahribat azalacaktı.

Şimdi bu bilgileri kullanarak Japonya ile ABD arasındaki bu savaşı, oyun teorisi kapsamında incelemeye çalışalım:

- ✓ İlk olarak bu oyunda iki oyuncumuz olduğunu söyleyebiliriz. (Japonya-ABD)
- ✓ A.BD.'nin bu oyundaki amacı Japonların Bismarck Denizi'nin kuzeyinden veya güneyinden geçişlerine hava saldırıları ile engel olup Raband'a ulaşamamalarını sağlamaktır. Ancak kaynak yetersizliği nedeni ile A.B.D. her iki bölgeye de hava kuvvetlerini eş zamanlı olarak gönderememektedir. Bu yüzden hava güçlerini ya kuzey bölgeye, ya da güney bölgeye göndermek zorundadır.
- ✓ Japonya'nın amacı deniz yolu ile askerlerini en az kayıpla Raband'a ulaştırmaktadır. Bunun için Bismarck Denizi'nin ya kuzeyini ya da daha uzun bir yol olan güneyini kullanmak zorundadır.

Bu verilere göre Amerikanların kazanç değerlerini bombardıman yapabileceği gün sayısı olarak alıp , bu durumu bir oyun matrisi şeklinde sunabiliriz:

		Japonya		
		Kuzeyden Git	*Güneyden Git*	*Maximin*
A.B.D.	*Uçakları Kuzeye Gönder*	2 / -2	2 / -2	2
	Uçakları Güneye Gönder	1 / -1	3 / -3	1
	Minimax	2	3	

Bu savaş, iki kişilik ve belli bir eşitliğe sahip sıfır toplamlı oyunlar için mükemmel bir örnektir. İki taraf da bir strateji belirlemek zorundadır. Eğer Japonlar Bismarck Denizi'nin kuzeyinden gitmeyi tercih ederlerse ve ABD de bombardıman uçaklarını bu yöne gönderirse, Amerikanlar Japonları 2 gün boyunca bombalayacaktır. Japonlar kuzeyden giderken Amerikanların uçaklarını güneye göndermesi durumunda ise, Amerikanlar yanlış yönü seçtikleri için kuzeye dönene kadar 1 gün kaybedecekler ve sadece 1 gün hava saldırısı yapabileceklerdir.

Oyun matrisinin hücrelerini bu şekilde yorumladıktan sonra, ABD için maximin ve Japonya için minimax stratejileri kullanmanın, bu oyundaki en iyi çözüm yöntemi olabileceğini söyleyebiliriz. Böylelikle Japonya defansif bir strateji ile en kötü şartlarda bile bombardımana maruz kalacağı gün sayısını en aza indirmiş, ABD de ofansif bir strateji ile en kötü şartlarda bile bombardıman yapabileceği gün sayısını en çoka çıkarmış olur.

Güvenlik stratejilerini nasıl bulabileceğimizi daha detaylı bir şekilde açıklayalım:

$k_i = \min_j a_{ij}$ (i. satırın en küçük elementi)

$l_j = \max_i a_{ij}$ (j. sütunun en büyük elemanı) olsun. Bu durumda ;

$k_1 = 2 \qquad l_1 = 2$
$k_2 = 1 \qquad l_2 = 3$

olarak elde edilir.

Bu sonuçlara göre, güvenlik stratejisi olarak minimum satır elemanlarının en yüksek olanını seçecek ABD için en güvenli strateji, k_1 yani uçakların Bismarck'ın kuzeyine yönlendirilmesi stratejisidir. Japonya ise güvenlik stratejisi olarak, maksimum sütun elemanlarının en küçük olanını yani l_1 stratejisini seçecek ve gemilerini Bismarck Denizi'nin kuzeyinden gönderecektir. Oyunun sonucunda da ABD kuzey bölgeye uçaklarını göndermeyi, Japonya da gemilerini kuzeyden götürmeyi tercih eder ve böylelikle Amerikan uçakları 2 gün boyunca Japon uçaklarına hava saldırısı düzenler.

Şimdi bu oyunu biraz daha genişletelim ve Japonların seçebileceği bir seçeneğin daha olduğunu örneğin Ramand'a askerlerini götürmek için bir de karayolunu kullanabileceklerini farz edelim ve bu defa oyun matrisimize Japonya'nın kayıplarını koymayalım. Çünkü Amerikanların kazançlarının negatif işaretlisi, Japonların kaybına eşittir.

		Japonya			Maximin
		Kuzeyden Git	*Güneyden Git*	*Karadan Git*	
ABD	*Uçakları Kuzeye Gönder*	**2**	**2**	**3**	**2**
	Uçakları Güneye Gönder	**1**	**3**	**0**	**0**
	Uçakları Karayoluna Gönder	**2**	**1**	**4**	**1**
Minimax		**2**	**3**	**4**	

Oyun yine sıfır toplamlı bir oyundur ve oyuncular yine güvenlik stratejilerini kullanarak oyunun çözüm değerine ulaşmaya çalışacaklardır.

Görüldüğü gibi, güvenlik stratejisi olarak minimum satır elemanlarının en yüksek olanını seçecek ABD için en güvenli strateji yine uçakların Bismarck'ın kuzeyine yönlendirilmesidir. Japonya ise güvenlik stratejisi olarak, maksimum sütun elemanlarının en küçük seçecek ve gemilerini Bismarck Denizi'nin kuzeyinden gönderecektir. Oyunun sonucunda da Japon gemileri yine bir önceki örnekte olduğu gibi 2 gün boyunca hava saldırısına maruz kalacaklardır.

3.2.1.b. Tepe(Eyer) Noktası Kavramı ve Tam Stratejiler

Sıfır toplamlı oyunları açıkladıktan sonra, şimdi de tepe noktası kavramını açıklayalım. Oyuncuların minimax ve maximin güvenlik stratejilerini kullanmaları sonucunda bulunan stratejilerin kesiştiği noktadaki hücrenin değeri oyuncuların kazanç ve kayıp değerlerine eşit ise, bu hücreye tepe noktası denir ve aynı zamanda bu hücredeki değer oyunun çözümüdür. Kısacası, tepe noktasından bahsedebilmemiz için, satır minimum elemanı ile sütun maksimum elemanının birbirine eşit olması gerekir. Her oyunun birden fazla tepe noktası olabileceği gibi hiç olmayabilir de. Eğer herhangi bir oyunun tepe noktası yoksa her oyuncunun optimal stratejisi karma olacaktır. Şimdi eyer noktasını açıklamak için bir örnek çözelim:

Örnek:

	2			
	C_1	C_2	C_3	
R_1	2	1	4	1
1 R_2	-1	0	6	-1
	2	1	6	

a

	2			
	C_1	C_2	C_3	
R_1	6	-2	3	-2
1 R_2	-4	5	4	-4
	6	5	4	

b

Örneğimizde sıfır toplamlı oyunlarla ilgili iki ayrı oyun matrisi verilmiştir. a'daki şekilde, satır maksimumu ile sütun minimumun kesiştiği noktada bir eyer noktasına sahiptir ve oyunun sonucu 1'eşittir. b'deki oyun matrisinde ise bir tepe noktası bulunmamaktadır ve bu yüzden güvenlik stratejileri oyuncuların optimal stratejisi değildir. Bu şekildeki sıfır toplamlı oyunlarda optimal bir davranış belirlemek imkansızdır. Böyle oyunlarda stratejileri rasgele seçmek bir çözüm olabilir ki bu da karma strateji fikrini doğuran temel düşüncedir. Ancak bu tip oyunlarda unutulmaması gereken tek şey; oyunun değerinin maximin değerden küçük, minimax değerden de büyük olamayacağıdır. Yani tepe noktasız oyunlarda,

Maximin değer ≤ oyun değeri ≤ minimax değer

Örnek:

Everest ve Buzbağı markaları ile şarap üretimi yapan iki firma, ürünlerini küçük boy şişe, büyük boy şişe ve fıçılarla pazarlamaktadır. Her iki firma piyasada iyi tanındığı gibi, birisinin kazancı diğerinin kaybı olmaktadır. Her iki firma da ürün pazarlama stratejileri ile ilgili ortak bir karar almaksızın, her ayın başında karar vermektedir. Aşağıdaki ödeme matrisi, iki firmanın farklı pazarlama stratejilerine denk düşen pazar paylarını göstermektedir.[21]

		Buzbağı		
		Küçük Şişe	*Büyük Şişe*	*Fıçı*
Everest	*Küçük Şişe*	14	25	10
	Büyük Şişe	-6	13	0
	Fıçı	19	6	-5

Acaba firmalar şaraplarını pazarlamak için nasıl bir yöntem izlemelidir?

Oyunu çözmeden önce yapılacak ilk işlem, oyunun dengeli bir oyun mu olduğunu yani tepe noktası olup olmadığını kontrol etmektir. Bunun için her iki firma için de güvenlik stratejilerini bulalım.

[21] Matristeki rakamlar milyon YTL'yi göstermektedir.

		Buzbağı			
		Küçük Şişe	*Büyük Şişe*	*Fıçı*	<u>*Maximin*</u>
Everest	*Küçük Şişe*	14	25	10	**10**
	Büyük Şişe	-6	13	0	-6
	Fıçı	19	6	-5	-5
	<u>*Minimax*</u>	19	25	**10**	

Satır en küçük değerlere baktığımızda Everest Şarap, Buzbağı Şarap'ın seçimini dikkate almaksızın şaraplarını küçük boy şişeler ile pazarlamayı tercih edecek ve en az 10 milyon YTL kazancı garanti edecektir. Sütun maksimum değerlerini ele aldığımızda, Buzbağı Şarap, firma için en az kayba yani 10 milyon YTL zarara neden olacak şaraplarını fıçı ile pazarlama seçeneğini tercih edecektir. Dikkat edilirse maximin ve minimax değerleri eşit olduğundan oyun dengeli bir oyun olup tepe noktalıdır. Everest Şarap'a göre oyunun değeri, tepe noktası elemanı iken Buzbağı Şarap'a göre oyunun değeri tepe noktası elemanın negatif işaretlisidir.[22] Everest ve Buzbağı Şarap'ın tam strateji vektörleri ise;

X=(1,0,0) ve y=(0,0,1) şeklindedir.

Böylece, Everest Şarap şaraplarını her zaman küçük boy şişe ile, Buzbağı Şarap da şaraplarını her zaman fıçı ile piyasaya sürmelidir diyebiliriz. Her ay Everest Şarap ortalama 10 milyon YTL kazanırken, Buzbağı Şarap da ortalama 10 milyon YTL kaybedecektir. Şirketlerden herhangi biri bulunan bu optimal stratejilerden saparsa, sonuç o şirket için daha kötü olacaktır.

3.2.1.c. Sabit Toplamlı Oyunlar

Sabit toplamlı oyunlarda her iki oyuncu için kazançların toplamı sabit bir sayıdır. Sabit toplamlı oyunlarda da sıfır toplamlı oyunlarda olduğu gibi işbirliğinin hiçbir faydası olmaz çünkü oyuncuların yararları doğrudan doğruya çatışmaktadır.

[22] Halaç, s.75.

Her ne kadar gerçek hayatta örneklerine az rastlansa da, bu oyun türü için de konuyu daha iyi kavrayabilmek için bir örnek çözelim:

Örnek :

	A Oyuncusunun Kazanç Matrisi	
	B_1	B_2
A_1	40	20
A_2	60	30

	B Oyuncusunun Kazanç Matrisi	
	B_1	B_2
A_1	80	100
A_2	60	90

Yukarıda A ve B oyuncuları için ayrı ayrı kazanç matrisleri verilmiştir. Bu oyun sabit toplamlı bir oyundur çünkü bütün strateji birleşimleri sonucunda oyuncuların kazançları toplamı 120'dir. Örneğin A oyuncusunun A_1 ve B oyuncusunun B_2 stratejilerini seçtikleri durumda, A oyuncusu 20 birim, B oyuncusu 100 birim olmak üzere oyuncular toplam 120 birimlik bir kazanç elde edeceklerdir. Aynı şekilde oyuncular A_1 ve B_1 stratejilerini seçerlerse, A oyuncusu için 40 birim ve B oyuncusu için 80 birim değerinde olmak üzere toplam yine 120 birimlik bir kazanç ortaya çıkacaktır.

İki kişilik sabit toplamlı bir oyun ($u_1 + u_2$ = sabit bir sayı) ile iki kişilik sıfır toplamlı bir oyun ($u = u_1 = - u_2$) mantık olarak aynıdır. Bu yüzden, iki kişilik sabit toplamlı oyunlarda da, oyuncular için optimal stratejileri bulmak için güvenlik stratejileri kullanılabilir. Ancak, iki kişilik sabit toplamlı olmayan oyunlar için bu önermeyi yapamayız.

Son olarak örneğimizi çözüp bu konuyu burada bitirelim: A oyuncusu için maximin stratejisini uyguladığımız zaman, A oyuncusunun satır en küçük değerlerinden (20 , 30) en büyük olan 30 değerini seçeceğini, dolayısıyla A_2 stratejisi ile hareket edeceğini söyleyebiliriz. B oyuncusu için maximin stratejisini uyguladığımızda, B oyuncusunun da sütun en küçük değerlerinden (60 , 90) en büyük olan 90 değerini seçeceğini, dolayısıyla B_2 stratejisini uygulayacağını söyleyebiliriz. Dolayısıyla oyunun sonucunda, A oyuncusu 30 birim, B oyuncusu da 90 birim değerinde bir kazanç elde edecektir.

3.2.1.d. Seçim Oyunları

Bir seçim ortamında, C tane aday ve E tane seçmen düşünelim. Strateji setimiz yani adaylarımız $x_1 = x_2 = x_3 = c$ olsun. Seçmen sayısının da 3 tane olduğunu farz edelim. Seçmenlerin tercihlerinin de öncelik sırasına göre aşağıdaki gibi sıralandığını farz edelim.

$$u_1(c_1) > u_1(c_2) > u_1(c_3)$$
$$u_2(c_3) > u_2(c_1) > u_2(c_2)$$
$$u_3(c_2) > u_3(c_3) > u_3(c_1)$$

Seçmenlerin tercihlerine göre, hiçbir aday ilk sıraya girememektedir yani bu durumda ünlü Condorcet Etkisi(bütün adaylar eşit olarak iyi veya kötü) vardır. Bu oyunda bilgi tamdır yani her seçmen bir diğerinin tercih sırasını bilmektedir.

1. seçmen bir üstünlük stratejisine sahiptir (c_1). Çünkü diğer oyuncuların seçimi ne olursa olsun, 1. seçmen c_1 ile daha fazla bir kazanç elde etmektedir. Eğer 2. ve 3. seçmenlerden biri c_1'i seçerse; 1. seçmenin favori adayı seçimi kazanacaktır. Tam tersi olur ve diğer iki seçmen aynı aday üzerinde karar kılıp c_2 veya c_3'ü seçerler ise, 1. seçmenin adayı c_1 seçimi kaybedecektir. Açıkça görülüyor ki 1. seçmenin c_1 dışında bir aday seçmesi mantık dışıdır. Çünkü 1. seçmen oyunu c_1'den yana kullanırsa, seçimi ya c_1 kazanacak, ya hiçbir aday kazanamayacak ya da diğer iki adaydan biri kazanacaktır. Ancak oyunu diğer iki adaydan biri için kullanırsa seçimi onun favorisi olmayan adaylardan biri kazanacaktır ki bu ihtimal ilk durumda da mevcuttur.

2. seçmen için c_2 stratejisi, c_1 ve c_3 stratejileri tarafından domine edilmektedir. Diğer adayların seçimi ne olursa olsun, 2. seçmen c_2'yi seçmeyi

istemeyecektir. Ama eğer 1. seçmen c_1 , 3. seçmen de c_2 için oy kullanırsa, 2. seçmen c_3 yerine c_1 için oy kullanacaktır. Çünkü bu durumda c_1 adayı seçimi kazanacaktır ve bu aday da 2. seçmen için ikinci en iyidir.

Son olarak, 3. seçmen de c_1 stratejisini, diğer iki strateji tarafından domine edildiği için oynamayacaktır.

Özetle, seçmenlerin domine edilmiş stratejileri elenmesi ile, aşağıdaki sonuçları elde ederiz:

1. Seçmen için c_2 ve c_3,
2. Seçmen için c_2 ,
3. Seçmen için c_1,

adayları strateji setinden çıkarılır.

Şimdi, 2. ve 3. seçmenler birer üstünlük stratejisine sahiptirler(c_3). 3. seçmen, 1. seçmenin c_1 için oy kullanacağını ve 2. seçmenin de c_2 için oy kullanmayacağını tahmin etmektedir. Böylelikle c_2'nin seçilme şansının olmadığı sonucuna varır. Ancak, c_3 için oy kullanırsa, en azından ikinci en iyi stratejisi seçimi kazanacaktır ve sonuç olarak da öyle yapar. Böylelikle 2. ve 3. seçmen oylarını c_3 için kullanırlar ve seçimi c_3 kazanır.

3.2.2. Dominant Strateji Eşitliği (Üstünlük strateji Eşitliği)

Buraya kadar bir oyunda oyuncuların güvenlik stratejilerini kullanarak nasıl oyunun sonucuna ulaşabileceklerini anlattık. Ancak bazen öyle durumlar olur ki, oyuncular güvenlik stratejilerine başvurmadan oyunun çözümüne ulaşabilirler veya en azından stratejilerinin bazılarını eleyebilirler. Oyunculara bu kolaylığı sağlayan stratejilere üstünlük stratejileri veya başat stratejiler adı verilir.

N oyunculu bir oyunda s_i gibi bir strateji mevcutken aşağıdaki koşul sağlanıyorsa; i. oyuncu için s_i stratejisinin başat stratejisi olduğunu söyleyebiliriz:

$$\Pi_i = (s_1, s_2, ..., s_i, ...s_n) > \Pi_i (s_1', s_2', ...s_i', ...s_n')$$

Bir oyunda oyuncular her zaman başat altı stratejilerini, strateji setlerinden çıkaracaklardır. Eğer a oyuncusu için, s_1 stratejisi, s_1' stratejisine üstünlük sağlıyorsa; diğer oyuncunun tercihleri ne olursa olsun, a oyuncusu her zaman s_1 stratejisini, s_1' stratejisine tercih edecektir. Buna ***Üstünlük Stratejisi Eşitliği (Dominant Strategy Equilibrium)*** denir. Böylelikle üstün seçenekler ilkesi ile ödemeler matrisinin zayıf seçenekleri elimine edilmiş olur.[23] Örneğin aşağıdaki oyun matrisini inceleyelim.

		2	
		C_1	C_2
1	R_1	**5 , 2**	**4 , 2**
	R_2	**3 , 2**	**2 , 1**

Bu basit oyunda acaba her oyuncu için bir üstünlük stratejisi belirlemek mümkün müdür? 1 numaralı oyuncu için, 2 numaralı oyuncu ne yaparsa yapsın, her zaman R_1 stratejisi ile hareket etmenin R_2 stratejisi ile hareket etmekten çok daha mantıklı olduğu açıkça görülmektedir. Benzer şekilde, 1 numaralı oyuncu hangi stratejiyi seçerse seçsin, 2 numaralı oyuncu için C_1 stratejisini seçmenin, C_2 stratejisini seçmekten daha avantajlı olduğu da açıkça görülmektedir. Burada R_1 stratejisinin R_2 stratejisine; C_1 stratejisinin de C_2 stratejisine üstünlük sağladığını yani R_1 ve C_1 stratejilerin başat stratejiler olduklarını söyleyebiliriz. Başat stratejiler, birbirine karşılık gelen vektörlerin karşılaştırılması ile rahatlıkla bulunabilir.

1 Numaralı Oyuncu için ; ***(5,4) > (3,3)***

2 Numaralı Oyuncu için ; ***(2,2) > (2,1)***

[23] Halaç, s.83

Başat stratejileri kendi aralarında kuvvetli başat stratejiler ve zayıf başat stratejiler olarak ikiye ayrılır. Biraz önceki örnekte; R_1, R_2 için kuvvetli başat strateji (5,4) > (3,3) , C_1 de C_2 için zayıf başat stratejidir. (2,2) > (2,1).

Örnek:

Rekabet halindeki 2 gazete firmasını düşünelim. Bir gün hem finans dünyasında hem de futbol dünyasında iki çok önemli gelişme yaşanmıştır ve firmalarımız yarın çıkaracakları gazetelerde ana başlığı hangi alana ayırmaları gerektiğini düşünmeye başlamıştır. Genel olarak okurlarının %80'inin sporla , % 20'sinin ise finansla ilgilendikleri bilinmektedir. Bu bilginin yardımı ile bir gün sonrasının gazetelerinin manşetlerinde insanların hangi haberi göreceğini bulmaya çalışalım.

		II. Firma	
		Futbol	*Finans*
I. Firma	*Futbol*	**40%** / **40%**	**80%** / **20%**
	Finans	**20%** / **80%**	**10%** / **10%**

İlk olarak oyun matrisimizi oluşturalım. Her iki gazete sahibi de karlarını maksimize etmeye çalışan , acıma veya üzülme gibi duygulara işlerinde yer vermeyen rasyonel bireylerdir. Aynı zaman da her iki birey de kendisinin ve rakibinin strateji seçimleri karşısında neler kazanıp neler kaybedeceklerini bilmektedir. I. firma için ana manşette futbol haberinin olması, finans haberi olmasından daha iyi bir seçenektir çünkü bu seçenek ile I. Firma rakibinin seçimi ne olursa olsun her zaman daha yüksek bir satış rakamına ulaşmaktadır.

[(%40, %80) > (%20, %10)]

Aynı şey, II. firma için de geçerlidir. Böylelikle, her iki gazete de, manşetlerinde spor haberi bulunmasına karar verecektir ve bir gün sonrasının başlığını spor ile ilgili habere ayıracaklardır.

<u>Mahkum İkilemi (The Prisoner's Dilemma)</u>

Bir soygun soruşturması sonucu John ve Bill isimli iki şüpheli yakalanmıştır. Her iki sanık da ayrı odalarda ilk sorgulamalarının yapılmasını beklemektedirler. Güvenlik güçleri bu iki tutukluya bir anlaşma paketi önerir. Bu öneriye göre ikisi de suçu itiraf ederse on beşer yıl, ikisi de reddederse üçer yıl hapis cezası yiyeceklerdir. Eğer birisi suçu itiraf edip, diğeri reddederse itirafçı serbest kalacak ve arkadaşı otuz yıl hapis cezası yiyecektir. Bu durumda her iki tutuklunun da nasıl davranacağını bulmaya çalışalım.

İlk olarak bu bilgilere göre oyunun tanımını yapalım:

1) I = {John, Bill}
2) A_i = {İtiraf Et, İnkar Et}, i = John, Bill
3) Bu oyunun her olası sonucu için getiriler, bir getiri (kazanç) matrisi ile gösterilebilir:

		Bill	
		İtiraf Et	*İnkar Et*
John	*İtiraf Et*	**-15** / **-15**	**0** / **-30**
	İnkar Et	**-30** / **0**	**-3** / **-3**

İlk olarak dikkat edilecek nokta, yukarıdaki getiri matrisindeki kazançların negatif olmasıdır. Çünkü bu oyunda getiriler hapiste geçirilecek olan yıllardır. Her hücredeki ilk rakam satır oyuncusunun (John), ikincisi ise kolon oyuncusunun (Bill) getirileridir. Bu stratejik çatışmada birbirleriyle iletişim kuramayan, akılcı tutukluların nasıl karar vereceklerini bilimsel bir yaklaşımla incelemek için, başat stratejilerden faydalanabiliriz.

Her iki oyuncu için de agresif strateji olan itiraf etme, pasif strateji olan inkar etmeye göre başat stratejidir.

John; $(-15{,}0) > (-30{,}-3)$

Bill; $(-15{,}0) > (-30{,}-3)$

Akılcı bir oyuncu başat altı olan bir stratejiyi kesinlikle seçmeyecektir. Her iki oyuncunun da dominant stratejisi itiraf etmektir. Dolayısı ile inkar etme stratejisini hiç düşünmeyeceklerdir bile. Aslında etkin olan sonuç her iki tutuklunun da suçu inkar etmesidir. Ancak, bu durum oyuncular arasında iletişim olmadığı için gerçekleşmemektedir.

3.2.2.a. Tekrarlı Üstünlük (Iterated Domidance)

Şimdi de oyuncuların birbirlerinin tercihlerinden haberdar olduğu durumları anlatmaya çalışalım. Bilgi tam olduğu için, her oyuncu diğer oyuncularla iletişime geçmeden ileride ne yapacağını önceden tahmin edebilir ve oyunun çözümü bu oyuncuların karşılıklı beklentilerini hesaba katmalıdır.

Oyunun üstünlük stratejisi eşitliği, üstünlük stratejilerinin tekrarlı olarak elenmesi kriterine bağlıdır. Her oyuncu bir diğer oyuncunun tercihlerini bildiği için, ne yapıp ne yapmayacağını da bilir. Bu da şu demektir. Bir oyuncunun asla başat altı olan stratejilerle oynamayacağını bir diğer oyuncu bilir. Böylelikle oyuncular birbirlerinin başat altı stratejileri ile ilgilenmeyeceği için strateji setleri adım adım azalır. Bu stratejik form prensibine ilk olarak 1957 yılında Luce ve Raiffa tarafından çalışılmıştır. Bu durumu örneklemek için, iki oyunculu bir oyun matrisini ele alalım:

		2		
		c_1	c_2	c_3
1	r_1	**4 , 3**	**2 , 4**	**0 , 4**
	r_2	**5 , 5**	**5 , -1**	**-4 , -2**

Bu oyun matrisinde ilk olarak göze çarpan nokta, 2 numaralı oyuncu için c_2 stratejisinin c_3 stratejisine göre başat strateji olduğudur.

$$[(4,-1) > (4,-2)]$$

1 numaralı oyuncunun stratejisi ne olursa olsun, 2 numaralı oyuncu için her zaman c_2'yi seçmek, c_3'ü seçmekten daha akılcıdır. 1 numaralı oyuncu, 2 numaralı oyuncunun bu başat stratejisini bilmektedir ve 2 numaralı oyuncunun c_3 stratejisini seçmeyeceğini bildiği için; ilk bakışta başat olarak görmediği r_2 stratejisinin bu durumda r_1'e göre başat olduğunu fark eder [(5,5) > (4,2)] . Şimdi düşünme sırası tekrar 2 numaralı oyuncuya gelmiştir. 2 numaralı oyuncu, 1 numaralı oyuncunun r_2'yi seçeceğini bildiği için c_1 stratejisini seçer [(5) > (-1)] . Böylelikle oyunun tekrarlı çözüm eşitliği (r_2,c_1) olur.

Tekrarlı üstünlük stratejilerinde rahatsız edici bir durum da söz konusudur. Bazı oyunlarda, üstünlük stratejileri, stratejilerin elenme sırasına göre değişebilmektedir. Örneğin oyuna 1 numaralı oyuncunun veya 2 numaralı oyuncunun başlaması sonucu değiştirebilmektedir. Bunun ile ilgili şimdi aşağıdaki ödemeler matrisini inceleyelim.

		2		
		c_1	c_2	c_3
1	r_1	**10, 2**	**5 , 1**	**4 , -200**
	r_2	**10 , 1**	**5 , 1**	**0 , -100**

1 numaralı oyuncu için, r_1, zayıf bir şekilde r_2'ye üstünlük sağlamaktadır.

$[(10 , 5 , 4) \geq (10 , 5 , 0)]$

Öte yandan 2 numaralı oyuncu için ise, c_3 stratejisi c_1 ve c_2 tarafından kuvvetli bir şekilde domine edilmektedir.

[(2 , 1) ≥ (1 , 1) ≥ (-200 , -100)]

Eğer oyuna 1 numaralı oyuncu başlar ve başat altı stratejisi r_2'yi elerse, oyunun çözümü (r_1,c_1) şeklinde olacaktır. Öte yandan oyuna 2 numaralı oyuncu başlar ve başat altı stratejisi c_3'ü eler ise, 1 numaralı oyuncu için r_1 ve r_2 stratejilerinin getirileri eşit olacaktır ve oyunun (r_1,c_1) ve (r_2,c_1) şeklinde iki çözümü olacaktır.

Teorem:

Karma stratejiler kullanmak bir oyundaki üstünlük stratejilerinin bulunması olasılığını arttırır. Sonuç olarak, herhangi bir saf strateji tarafından domine edilmeyen bir strateji, karma bir strateji tarafından domine edilebilir.

Örnek:

Aşağıdaki matriste gerekli iterasyonları yaparak , oyunun çözüm değerini bulmaya çalışalım.

(a)

		2		
		c_1	c_2	c_3
1	r_1	1 , 0	6 , 4	0 , 9
	r_2	**2 , 1**	**0 , 2**	**3 , 0**
	r_3	3 , 7	2 , 3	4 , 0

(b)

		2		
		c_1	**c_2**	c_3
1	r_1	1 , 0	**6 , 4**	0 , 9
	r_3	3 , 7	**2 , 3**	4 , 0

(c)

		2	
		c_1	c_3
1	**r_1**	**1 , 0**	**0 , 9**
	r_3	3 , 7	4 , 0

1 numaralı oyuncunun r_2 stratejisi, r_3 stratejisi tarafından kuvvetli bir şekilde domine edilmektedir [(3, 2, 4) > (2, 0, 3)] . Gerekli iterasyon yapıldıktan sonra, matris b seçeneğinde gösterilen şekli alır. Burada da 2 numaralı oyuncunun c_2 stratejisi, p = (½, 0, ½) karma stratejisi tarafından kuvvetli bir şekilde domine edilmektedir. Bu sonuca şu genellemeyi yaparak ulaşabiliriz:

Eğer 1 numaralı oyuncu r_1 stratejisi ile oynarsa ve 2 numaralı oyuncu p'yi oynarsa, 2 numaralı oyuncunun beklenen değeri : ½ (0) + 0 (4) + ½ (9) = 4.5 olur.

4.5 > 4 olduğu için 2 numaralı oyuncu, 1 numaralı oyuncu r_1'i seçtiği zaman karma stratejisi p'yi, c_2'ye tercih edecektir. Eğer 1 numaralı oyuncu r_3'ü seçerse, 2 numaralı oyuncu yine karma stratejisi p'yi, c_2 stratejisine tercih edecektir.

$$½ (7) + 0(3) + ½ (0) = 3.5 > 3$$

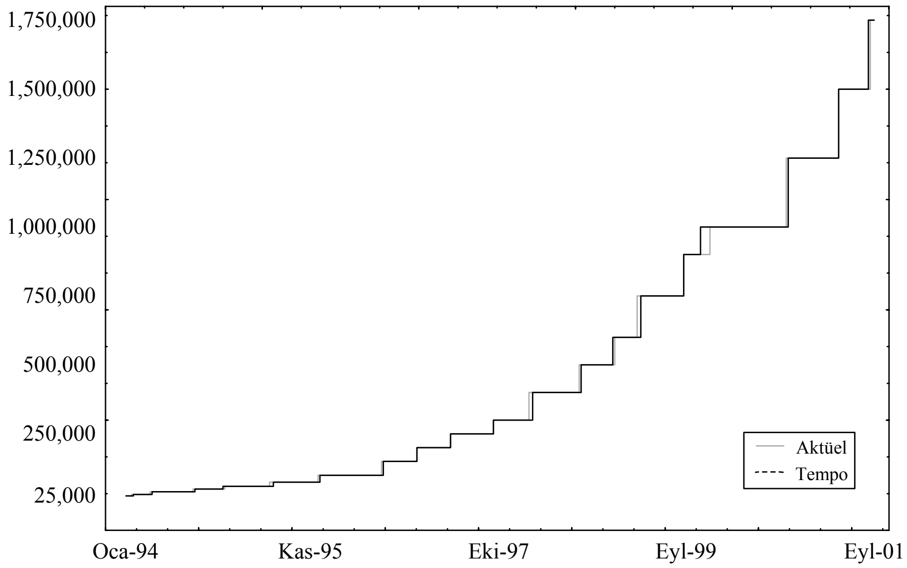
Bu yüzden 2 numaralı oyuncu için, p karma stratejisi kuvvetli bir şekilde c_2 stratejisine üstünlük sağlamaktadır. Böylelikle matris c'deki haline indirgenebilir. Burada da 1 numaralı oyuncu için, r_3'ün, r_1'e göre başat strateji olduğunu görmekteyiz. r_1 de elendikten sonra, 2 numaralı oyuncu c_1'i seçeceği için çözüm (r_3,c_1) şeklinde olacaktır.

Son olarak önemli bir konuda hatırlatma yapalım: Bu tür oyunlarda, oyuncular sadece diğer oyuncularla ilgili her türlü bilgiye sahip değildir. Ayrıca hepsi rakiplerinin kendileri ile ilgili bu tür bilgilere sahip olduğunu bilmektedir. Yani tercihler hakkındaki bilgi ortak bilgidir.

3.2.2.b. Tekrarlanan Oyunlarda Paralel Fiyat Hareketleri

Yukarıda anlattığımız türden oyunlar, gündelik piyasa rekabetinde sıkça görülmektedir. Şimdi bununla ilgili çarpıcı bir örnek verelim:

Paralel fiyat hareketleri yoluyla hizaya girme kuralına göre, firmaların karşılıklı olarak fiyat ilanlarına aynı büyüklükte reaksiyon göstermeleri, birçok endüstride görülen bir davranış şeklidir. Türk aktüel haber dergiciliği pazarı da bu duruma bir örnek teşkil etmektedir. Burada ele alınan örnek, MacLeod (1985)'de genel olarak tanımlanan bilinçli paralel fiyat hareketleri modeli temel alınarak modellendirilmiştir. Model, oyuncuların aynı oyunu müteakip defalar oynadığı tekrarlanan bir oyun olarak tanımlanmakta ve stratejik değişken, fiyatlar olmaktadır.



Şekil 4 : Aktüel Haber Dergi Pazarında Fiyat Hareketleri (1994 Ocak–2001 Eylül)

İlgili ürün pazarında 1990'lı yılların başından itibaren iki yayın gurubu faaliyet göstermektedir. Bunlardan birincisi, 1 Numara Hearst Yayıncılık, ikincisi ise Doğan-Burda-Rizzoli (D-B-R) Yayıncılık'tır. 1 Numara Yayıncılık "Aktüel" dergisini, D-B-R ise "Tempo" dergisini çıkarmaktadır. Haftalık dergi pazarında Aksiyon, Nokta, Panorama gibi diğer dergiler de bulunmasına karşın, bu çalışmaya esas olan dergi pazarı, aktüel haber dergiciliği ile sınırlandırılmıştır. Söz konusu diğer dergiler, faaliyet konularını siyasi habercilik olarak belirledikleri için bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. İlgili pazarda ürünler homojendir ve iki firmanın da satış rakamları[24], zaman zaman farklılıklar göstermesine rağmen, paralellik arz etmektedir.

[24] Konuyla ilgili satış rakamları dergilerin zaman zaman yayınladıkları Birleşik Basın Dağıtım'ın (BBD) verilerine dayanan pazar araştırma sonuçlarına dayanmaktadır. Örneğin Tempo dergisinin 1994 yılı 3'üncü sayısına göre, 1994 ilk sayısı için Tempo'nun tirajı: 22,290; Aktüel'in: 22,813 olarak verilmiştir.

Tablo 1 : Aktüel Haber Dergi Pazarında fiyat Hareketleri (1994 Ocak-2001 Eylül)
Kaynak : Aktüel ve Tempo Dergileri

Aktüel			**Tempo**		
Hafta Aralığı		Fiyat	Hafta Aralığı		Fiyat
6 Ocak 94	20 Ocak 94	25,000	5 Ocak 94	26 Ocak 94	25,000
27 Ocak 94	31 Mart 94	30,000	2 Şubat 94	6 Nisan 94	30,000
7 Nisan 94	8 Eylül 94	40,000	13 Nisan 94	14 Eylül 94	40,000
15 Eylül 94	5 Ocak 95	50,000	21 Eylül 94	28 Aralık 94	50,000
12 Ocak 95	22 Haziran 95	60,000	4 Ocak 95	5 Temmuz 95	60,000
29 Haziran 95	14 Aralık 95	75,000	12 Temmuz 95	27 Aralık 95	75,000
28 Aralık 95	15 Ağustos 96	100,000	3 Ocak 96	21 Ağustos 96	100,000
22 Ağustos 96	26 Aralık 96	150,000	28 Ağustos 96	25 Aralık 96	150,000
1 Ocak 97	30 Nisan 97	200,000	1 Ocak 97	30 Nisan 97	200,000
7 Mayıs 97	8 Ekim 97	250,000	7 Mayıs 97	8 Ekim 97	250,000
15 Ekim 97	18 Şubat 98	300,000	15 Ekim 97	4 Mart 98	300,000
25 Şubat 98	27 Ağustos 98	400,000	11 Mart 98	2 Eylül 98	400,000
3 Eylül 98	7 Ocak 99	500,000	9 Eylül 98	30 Aralık 98	500,000
14 Ocak 99	1 Nisan 99	600,000	7 Ocak 99	15 Nisan 99	600,000
8 Nisan 99	23 Eylül 99	750,000	22 Nisan 99	23 Eylül 99	750,000
30 Eylül 99	30 Aralık 99	900,000	30 Eylül 99	25 Kasım 99	900,000
6 Ocak 00	12 Ekim 00	1,000,000	2 Aralık 99	19 Ekim 00	1,000,000
19 Ekim 00	26 Nisan 01	1,250,000	26 Ekim 00	26 Nisan 01	1,250,000
3 Mayıs 01	23 Ağustos 01	1,500,000	3 Mayıs 01	16 Ağustos 01	1,500,000
30 Ağustos 01	13 Eylül 01	1,750,000	23 Ağustos 01	13 Eylül 01	1,750,000

Tablo 1'de de görüleceği gibi ilgili pazarda yeni fiyatın geçerli olacağı tarihten hemen önce bir firma tarafından yapılan fiyat değişikliği (artışı) ilanı veya eşzamanlı fiyat değişikliği söz konusudur. Bu zamanlamanın ve yeni fiyat değişikliğinin, diğer firmaca çok küçük bir gecikmeyle (genellikle bir hafta içinde) veya eşzamanlı olarak kabul edildiği gözlenmektedir. Ele alınan zaman aralığında, 1994 Ocak ve 2001 Eylül arasında, Aktüel on ve Tempo dört kez fiyat önderliği yapmıştır. Beş kez de eşzamanlı fiyat hareketi söz konusudur(bkz. şekil 4 ve tablo 1). Gözlenen fiyat davranışlardan hareketle, incelenen fiyatlandırma politikası, paralel fiyat varyasyonlarının varlığına işaret etmektedir. Rottemberg ve Saloner (1990) ve MacLeod (1985) bu tür paralel fiyat varyasyonları politikasını benimsemeye yönelik uzlaşmaların, gizli anlaşmaya delil teşkil ettiğini ve anlaşmaya dayalı kârlara yol açtığını savunmaktadır. Fiyatlar arasındaki paralel hareketlerin varlığı daha sonraki bölümlerde ekonometrik olarak tanımlanacaktır.

3.2.3. Nash Dengesi (Nash Equilibrium)

Güvenlik stratejileri ve üstünlük stratejileri yardımı ile oyunları nasıl çözebileceğimizi anlattıktan sonra, şimdi Oyun Teorisi'nin kilometre taşlarından biri olan John Forbes Nash'in ortaya attığı Nash Dengesi yaklaşımı ile oyunların nasıl çözüme ulaştırılacağını inceleyelim.

Eğer bir oyunda üstünlük stratejileri veya güvenlik stratejileri yardımı ile bir sonuca ulaşamıyorsak, Nash Eşitliği'ni kullanırız. Nash Eşitliği'ni kısaca şu şekilde tanımlayabiliriz:

Bütün oyuncuların strateji seçimleri belirliyken, hiçbir oyuncu strateji seçimini değiştirmek için bir neden görmüyorsa, bu strateji birleşimi bir *Nash Eşitliği* göstermektedir. Yani, iki kişilik bir oyunda, eğer x_1^*, x_2^* için en iyi yanıtsa ve aynı şekilde x_2^*, x_1^* için en iyi yanıtsa; (x_1^*, x_2^*) sonucu oyunun Nash eşitliğidir.

Her oyuncu, elinde bulunan mümkün stratejilerden birini seçmiş olsun. Bir oyuncu için seçilmiş eylem, diğer oyuncuların seçtikleri eylem gözetebildiğinde oynanabilecek(getiri anlamında) en iyi eylem ise ve bu özellik tüm oyuncular için sağlanıyorsa, bu eylemler bir Nash Dengesi oluşturur.

Şimdi bu tanımı biçimsel olarak verelim. N oyuncu için bir strateji vektör kümesi olsun. Aşağıdaki koşulu sağlayan strateji birleşimi Nash Dengesidir.

$$\forall i, \qquad \pi_i(s_i^*, s^*_{-i}) \geq \pi_i(s'_{-i}, s^*_{-i}), \qquad \forall s'i$$

Nash Dengesi'ne ulaşıldığı zaman hiçbir oyuncu stratejisini değiştirmek istemeyecektir. Nash Dengesi, oyunda kaç kişi olursa olsun herkesin genele bakarak seçiminden memnun olduğu, daha doğrusu seçimini değiştirmek için herhangi bir neden göremediği durumu ifade eder. Nash'in önerisi tam olarak şudur: Bütün oyuncuların kendine göre en yüksek kazancı getirecek bir stratejisi vardır ama bu 'dominant strateji' oyundaki yegane oyuncu o olmadığı için uygulanamaz, o yüzden de bir 'denge' durumuna razı olunur. Nash Dengesi'ne ulaşıldığında, hiçbir oyuncu rakip oyuncunun eylemi sabit alındığında kendi seçimini değiştirmek istemez. Bir başka deyişle, hiçbir oyuncu, rakip oyuncunun stratejisi sabitken, kendi eylemini değiştirerek kazancını arttıramaz. İşte Nash ağır matematik kullanarak, böyle bir dengenin çoğu şartlarda mevcut olduğunu ispat ederek, Von Neumann'ın yaklaşımını genelleştirmiş, çözüm üretmiş ve denge kavramını yerleştirmiştir.

Nash Dengesi'nin sade mantığını bilinen bir örnek üstünde inceleyelim. OPEC bir petrol fiyatı tespit etmiş ve o fiyatı tutturmak için gerekli üretim kotalarını da ülkelere dağıtmış olsun. Arzın, talebin ve fiyatın birbirleri ile tutarlı olduklarını varsayalım.

Şimdi petrol ihracatçısı ülkelerden birinin üretimini kota üstüne çıkartmaya karar verdiğini düşünelim. Diğerleri kotaya sadık kalsın. Ne olur? Arz artacağından petrol fiyatı düşer.

Üretimini arttıran ülkenin petrol geliri yeni fiyatla düşüyorsa, piyasa daha önceki durumda Nash Dengesi'ndedir. Çünkü bu durumda dengeyi bozma üreticilerin işine gelmemektedir. Eğer üretimini artıran ülke yeni fiyattan daha fazla petrol geliri elde ediyorsa, piyasa daha önceki durumda dengeye ulaşamamıştır. Çünkü dengeden sapmadan kârlı çıkan üretici vardır.

Şimdi konuya daha da hakim olabilmek için aşağıdaki kazanç matrisine sahip bir oyunu inceleyelim:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} D & E & F \end{array} \\ \begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} & \begin{bmatrix} 5{,}5 & 3{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}6 & 3{,}6 & 1{,}6 \\ 2{,}7 & 0{,}2 & 6{,}7 \end{bmatrix} \end{array}$$

Bu matriste ilk olarak dikkat edeceğimiz nokta hiçbir oyuncunun , başat stratejisinin bulunmadığıdır. Dolayısıyla en iyi tepki fonksiyonu yoluyla yani Nash eşitliğini kullanarak bir takım sonuçlara ulaşacağız. İlk olarak 2. oyuncunun seçimi sabit iken, 1. oyuncunun en iyi tepkilerini bulalım. Aşağıdaki altı çizili değerler 1. oyuncunun en iyi tepki stratejilerini göstermektedir. Örneğin 2. oyuncu F stratejisini seçtiğinde, 1. oyuncunun seçebileceği en iyi strateji C'dir.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} D & E & F \end{array} \\ \begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} & \begin{bmatrix} \underline{5}{,}5 & \underline{3}{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}6 & \underline{3}{,}6 & 1{,}6 \\ 2{,}7 & 0{,}2 & \underline{6}{,}7 \end{bmatrix} \end{array}$$

Aynı şekilde 1 numaralı oyuncunun teker teker stratejilerini sabit tutarak, 2 numaralı oyuncu için de en iyi tepki stratejileri belirleyebiliriz.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} D & E & F \end{array} \\ \begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} & \begin{bmatrix} 5{,}\underline{5} & 3{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}\underline{6} & 3{,}\underline{6} & 1{,}\underline{6} \\ 2{,}\underline{7} & 0{,}2 & 6{,}\underline{7} \end{bmatrix} \end{array}$$

Her iki oyuncu için de oluşturduğumuz en iyi strateji matrisinde, aynı hücreye denk gelen en iyi tepki stratejileri, oyunun Nash dengesi'ni oluşturur.

$$
\begin{array}{c}
\\
A \\
B \\
C
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} \quad D & \quad E & \quad F \end{array} \\
\begin{bmatrix}
\underline{\underline{5}},\underline{\underline{5}} & 3,2 & 5,2 \\
3,6 & \underline{\underline{3}},\underline{\underline{6}} & 1,6 \\
2,7 & 0,2 & \underline{\underline{6}},\underline{\underline{7}}
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

Oyun matrisinde de görüldüğü gibi her iki oyuncu için de en iyi strateji çiftleri (A,D), (B,E) ve (C,F) noktalarıdır ki bu noktaları Nash Dengesi olarak adlandırabiliriz. Bu noktalarda hiçbir oyuncu rakibi strateji değiştirmedikçe stratejisini değiştirmek istemez ve bu yüzden bu noktalar birer denge noktalarıdır.

İpucu:

Bir kazanç matrisinde Nash Eşitliği'ni bulmanın kolay bir yolu vardır. Bu yol özellikle iki oyuncunun ve oyuncuların ikiden fazla stratejisinin bulunduğu durumlarda çok faydalıdır. Çünkü bu tür oyunlarda normal bir analiz yapmamız çok vakit alabilir. Kural şudur:

Bir hücredeki, birinci ödeme rakamı, bağlı bulunduğu sütundaki en büyük eleman ise ve ikinci ödeme rakamı, bağlı bulunduğu satırdaki en büyük rakam ise bu hücre bir Nash Dengesi özelliği sergilemektedir. Bir başka deyişle, 1. oyuncu için sütun en büyükleri , 2. oyuncu için satır en büyükleri işaretlendikten sonra aynı hücreye denk düşen elemanlar Nash dengesi'ni oluşturur.Bu kuralı aşağıdaki kazanç matrisine uygulayalım:

		2		
		A	B	C
1	A	0 , 0	**25 , 40**	5 , 10
	B	**40 , 25**	0 , 0	5 , 15
	C	10 , 5	15 , 5	**10 , 10**

İlk olarak 1. oyuncu için her sütunun en büyük getirilerine baktığımızda; A sütunu için 40, B sütunu için 25 ve C sütunu için de 10 rakamının sütunların en büyük değerleri olduklarını görürüz. Aynı işlemi 2 numaralı oyuncumuz için yaptığımızda ise; satırların en büyük değerlerini sırasıyla 40, 25 ve 10 olarak buluruz. Sonuç olarak; satır ve sütun en büyüklerinin aynı hücrede yer aldığı (A, B), (B,A) ve (C,C) noktaları oyunun Nash Eşitliği çözümüdür. nxn boyutlu bir kazanç matrisi en az 0, en çok n tane Nash eşitliğine sahiptir.

<u>Şişelenmiş Domuz Oyunu (Boxed Pigs)</u>

Bu örnek hayvanlar için kullanılan psikolojik bir örnektir. Biri büyük biri ise küçük iki tane domuz büyük bir kutu içine konulur(Baldwin&Meese 1979). Kutunun bir ucunda bir kontrol paneli, diğer ucunda ise bir yiyecek dağıtıcısı vardır. Kontrol panelindeki düğmeye basıldığında , diğer uçtaki yiyecek dağıtıcısı 10 birim değerindeki yiyecekleri dağıtır. Düğmeye basan domuzun diğer uçtaki yiyeceklere ulaşana kadar sarf ettiği enerjinin de 2 birimlik yiyecek maliyetinde olduğu kabul edilir. Büyük domuz dominanttır ve eğer dağıtıcıya ilk olarak o giderse 9 birim yiyeceğe sahip olurken, diğer domuz sadece 1 birim değerindeki artıklarını yiyecektir. Bunun yerine, küçük domuz dağıtıcıya ilk olarak giderse 4 birim değerinde yiyeceğe sahip olacaktır. Eğer aynı anda dağıtıcıya ulaşırlarsa küçük domuz 3 birim değerinde yiyecek sahibi olacaktır. Bu yüzden, örneğin, (Düğmeye Bas , Düğmeye Bas) stratejisi büyük domuz için 5 birim değerinde (10-3 birim küçük domuzun sahip olacağı yiyecek - 2 birim panelden dağıtıcıya gitme maliyeti = 5), küçük domuz için 1 birim değerinde yiyecek üretecektir. Aşağıdaki tablo küçük ve büyük domuzun düğmeye basma ve panelde bekleme stratejileri sonucundaki kazançlarını göstermektedir.

		Küçük Domuz	
		Düğmeye Bas	***Bekle***
Büyük Domuz	***Düğmeye Bas***	**5 / 1**	**4 / 4**
	Bekle	**9 / -1**	**0 / 0**

Şişelenmiş Domuz oyunu herhangi bir dominant strateji eşitliğine sahip değildir, çünkü büyük domuzun hangi stratejiyi seçeceği, küçük domuzun seçimine bağlıdır. Eğer büyük domuz küçük domuzun düğmeye basacağına inanırsa, beklemeyi; küçük domuzun bekleyeceğine inanırsa, düğmeye basmayı tercih eder. Bu yüzden tekrarlı bir dominant strateji eşitliği vardır (düğmeye bas,bekle), ancak biz bunu **Nash Eşitliği** yolu ile bulalım.

		Küçük Domuz	
		Düğmeye Bas	***Bekle***
Büyük Domuz	***Düğmeye Bas***	**5** / **1**	**4** / **4**
	Bekle	**9** / **-1**	**0** / **0**

İlk olarak bir strateji ikilisi belirleyelim ve daha sonra her oyuncunun stratejisinin diğer stratejilere göre en iyi yanıt mı değil mi test edelim. Örneğin, büyük domuz düğmeye bas stratejisini kullanırsa, 1 birim kazanç ile 4 birim kazanç arasında kalan küçük domuz, kendisi için daha büyük kazanç sağlayan bekleme seçeneğini seçecektir. Eğer küçük domuz beklerse, 4 birim kazanç ile 0 birim kazanç arasında kalan büyük domuz daha büyük fayda sağlayan düğmeye basma seçeneğini seçecektir. Bu durumda da küçük domuz yine beklemeyi seçeceği için (Bas, Bekle) seçeneği oyunun Nash Dengesi olarak bulunur.

Bu oyunu, biraz önce bahsettiğimiz kısa yol ile de çözebiliriz. Büyük domuz için sütun en büyükleri olan 9 ve 4 rakamını işaretledikten sonra, küçük domuz için satır en büyükleri olan 4 ve 0 rakamlarını işaretleriz. Böylelikle sahip olduğu rakamların her ikisi de işaretlenmiş (Bas,Bekle) hücresini oyunun Nash çözümü olarak bulabiliriz.

3.2.3.a. İletişim Eksikliği Bulunan Oyunlarda Nash Dengesi

Korkak Tavuk Oyunu (Chicken Game)

Hawk-Dove Oyunu olarak da bilinen bu oyun, çatışma durumlarını gösteren önemli bir örnektir. Oyunun genel prensibi; "Meydanın rakibe bırakılması gerektiğinde, eğer hiçbir oyuncu meydanı rakibine bırakmazsa, bu durum her iki oyuncu için de en kötü sonuç olabilir." şeklindedir. Matematiksel olarak Korkak Tavuk oyunu ve Hawk-Dove oyunu aynıdır. Ancak, Korkak Tavuk oyunu politika ve ekonomi alanlarındaki durumları örneklemek için; Hawk-Dove ise, biyoloji ile ilgili oyunları örneklemek için kullanılır.[25]

Korkak Tavuk oyunu tek bir şerit üzerinde birbirlerine doğru süratle araç kullanan iki sürücüyü modellemektedir. İlk olarak şeridini değiştiren sürücü yolu rakibine bırakmış olur ve oyunu kaybeder. Eğer iki oyuncu da direksiyonu kırmazsa, sonuç büyük bir kaza olacak ve muhtemelen her iki sürücünün de ölümü olacaktır. Tahmin edileceği gibi, her iki oyuncu için de en iyi çözüm, diğer oyuncu direksiyonu kırarken direksiyonu kırmamak ve yolundan çıkmamaktır. Bu oyuna benzer bir sahne Nicholas RAY tarafından yönetilen 1955 yılı yapımı "Asi Gençlik" filminde yaşanmıştır. Bu filmde James Dean ve Correy Allen, arabalarını bir uçurumun kenarına doğru sürmektedirler. Direksiyonu ilk olarak kim kırarsa oyunu kaybedecek, eğer her iki sürücü de direksiyonu kırmazsa uçurumdan aşağıya düşeceklerdir.[26]

Bu oyun için iki tür oyun matrisi oluşturabiliriz. Birinci oyun matrisinde oyunun olası sonuçları kelimelerle belirtilmiştir. Her iki oyuncu da galibiyeti beraberliğe, beraberliği ise mağlubiyete tercih edeceklerdir. İkinci matriste ise bu durum rakamsallaştırılarak anlatılmıştır. Burada kazanmanın değeri +1, beraberlik 0, kaybetmek ise -1 olarak rakamsallaştırılmıştır. Birbirleri ile çarpışmalarının maliyeti ise en ağır sonuç olacağı için -10 olarak rakamsallaştırılmıştır.

---

[25] Osborne, M. J. & Rubenstein, A. 1994, ***A course in game theory,*** MIT press,(p.30)
[26] Evelyn C. Fink, Scott Gates, Brian D. Humes, ***Game Theory Topics: Incomplete Information, Repeated Games, and N-Player Games***, Sage (1998)

	Kır	Kırma
Kır	**Beraberlik ,Beraberlik**	**Kaybet ,Kazan**
Kırma	**Kazan ,Kaybet**	**Çarp , Çarp**

	Kır	Kırma
Kır	**0 , 0**	**-1,1**
Kırma	**1,-1**	**-10,-10**

Korkak Tavuk oyunu, koordinasyonun veya aynı hamleyi yapmanın her iki oyuncuya da fayda getirmediği, oyuncuların kazanç sağlayabilmeleri için farklı stratejiler seçmelerinin gerektiği oyunlardır. Bu nedenle bu tür oyunlarda, oyuncuların birbirlerinden farklı stratejiler seçtiği durumlar her zaman oyunun Nash Eşitliği'dir. Örneğin bu oyunda bir oyuncunun direksiyonu kırdığı, diğer oyuncunun ise direksiyon kırmadığı durumlar oyunun Nash Dengesi eşitlikleridir.

Sadece bir oyuncunun direksiyonu kırması durumunda meydana gelecek kayıp, kimsenin direksiyonu kırmaması sonucu meydana gelecek çarpışma durumunda ortaya çıkacak kayba göre çok daha önemsiz olduğundan, mantıklı olan strateji, muhtemel bir kaza çok yaklaştığında direksiyonu kırmaktır. Ancak herhangi bir oyuncu rakibinin böyle düşüneceğini bildiği için, asla direksiyon kırmamayı strateji olarak seçebilir. Çünkü eninde sonunda rakibi direksiyonu kıracaktır. Bu durum da bu oyunda birden fazla Nash eşitliği olduğuna dair en büyük kanıttır.

Atmaca-Güvercin Oyunu (Hawk-Dove Game)

Korkak Tavuk Oyunu ile aynı mantıkta işleyen Hawk-Dove oyununda ise, bölünemeyecek bir kaynak karşısında kalan iki tane hayvanın davranışları modellenir. İlk olarak bu model, John Maynard Smith ve George Price tarafından 1973 yılında yazılan "The Logic of Animal Behaviour"[27] isimli makalede ele alınmıştır. Bu oyunda hayvanların stratejilerinden birisi çatışmacı olmak, diğeri ise daha uysal olup geri çekilmektir.[28] Hayvanlar güvercin gibi uysal bir görüntü

[27] Maynard Smith, J. & Price, G.R. (1973) **"The logic of animal conflict"**, ***Nature*** **,** 246, 15-18.
[28] Maynard Smith, J. & Parker, G.A. 1976**. The logic of asymmetric contests.** ***Animal Behaviour,*** 24, 159-175

sergileyebilir veya atmaca gibi daha agresif bir strateji seçebilir. Eğer her ikisi de atmaca gibi çatışmacı olmayı seçerse, savaşırlar ve savaş, biri yaralanıp diğeri kazanana kadar devam eder. Eğer sadece bir oyuncu atmaca stratejisini seçerse, güvercin stratejisi ile yaklaşan diğer oyuncuyu mağlup etmiş olur. Eğer iki oyuncu da güvercin gibi davranırsa, oyunun sonucunda bir beraberlik olur ve her ikisi de atmaca gibi davranarak elde edeceklerinden daha büyük bir kazanç elde ederler. Bu oyun için kullanılan geleneksel matris aşağıda gösterilmiştir.

	Atmaca	Güvercin
Atmaca	***(V-C)/2 , (V-C)/2***	***V , 0***
Güvercin	***0 , V***	***V/2 , V/2***

Burada V, kaynağın gerçek değeri, C ise muhtemel bir kavganın oyunculara maliyetidir. Her zaman kavganın maliyetinin, kaynağın beklenen değerinden büyük olduğu kabul edilir. Yani C>V>O eşitliği benimsenir. Eğer C≤V olsa idi , bu oyun zaten "Korkak Tavuk" oyunundan farklı bir oyun olurdu ve her iki oyuncu için de atmaca gibi davranmak dominant strateji eşitliğini oluştururdu.

Bu oyunun çözümü de yukarıda da değindiğimiz gibi "Korkak Tavuk" oyununa benzemektedir. Oyuncuların biri güvercin gibi davranırken, diğerinin atmaca gibi davranması oyunun Nash Dengesi çözümleridir. Ancak hangi oyuncu 0 kazancı kabul edecektir? Sorun da bu noktada başlamaktadır. Eğer C çok büyük bir değer değil ise, her iki oyuncu da rakibine meydanı bırakmamak uğruna atmaca gibi davranmayı seçebilir ve oyunun sonucu bir savaş da olabilir. Aksine C'nin değeri çok büyük ise, iki oyuncu da güvercin taktiğini seçebilir.

Vatandaşlık Görevi (The Civic Duty)

Şimdi de Nash dengesi yardımı ile çözüme ulaşabileceğimiz bir başka oyunu ele alalım. Toplu kullanım alanı olan bir parkta büyük bir yangın çıktığını farz edelim. Parkın bulunduğu mahallede yaşayan ve yangını gören iki kişiden, hangisi itfaiyeyi arayacaktır? Her iki oyuncu için de, yangının önemsenmemesi ve itfaiyenin aranmaması bir kazanç sağlamayacak, çünkü yangın çok daha fazla büyüyecektir.

Vatandaşlardan biri telefon açarken, diğerinin telefon açmaması; telefon açmayan kişi için biraz daha fazla kazanç sağlayacak çünkü telefon açmayan kişi telefon parası ödemekten ve ekstra bir efor sarf etmekten kurtulacaktır. Bu bilgiler ışığında, aşağıdaki gibi bir oyun matrisi oluşturabiliriz:

		II	
		Önemseme	*Telefon Et*
I	*Önemseme*	**0** / **0**	**10** / **7**
	Telefon Et	**7** / **10**	**7** / **7**

Oyunda Nash Dengesi, aynı zamanda Pareto etkinliğine sahip strateji birleşimi olan bir vatandaşın telefon edip, diğerinin telefonu kullanmaması sonucudur. Ancak bir kişinin telefon edip diğer kişin telefon etmemesi seçeneğine ulaşmak zor görünmektedir. Çünkü her iki kişi de telefon etmemeyi tercih edeceği için, bir anlaşma veya iletişim olmadıkça bu sonuca ulaşmak çok zordur.

Bu tür oyunları çözmek için bir yöntem, oyuncuların rakiplerine oyun başlamadan önce ikna edici sinyaller göndermesidir. Örneğin, "Korkak Tavuk" oyununda, oyunculardan biri oyundan önce rakibinin gözü önünde direksiyon ile ilgili bir takım ayarları bozarsa, bu diğer oyuncuya karşı kararlığının bir göstergesi olarak kullanılabilir ve diğer oyuncu oyun sırasında aldığı sinyalin etkisiyle direksiyonunu kırabilir.[29] Bu, kimi oyunlarda, oyunculardan birinin kendi imkanlarını kötüleştirmesinin iyi bir strateji olabileceğini gösterir. Örneğin kendilerini herhangi bir nesneye kelepçeleyen protestocular bu oyunu oynamaktadırlar. Aynı şekilde, Stanley Kubrick'in "Strangelove" adlı romanında da buna benzer bir örnek vardır. Bu romanda Ruslar, kendilerinin nükleer silahla vurulmaları durumunda tüm dünyayı yok edebilecek "Kıyamet Makinesi" adlı bir makine icat etmişlerdir. Böylelikle, Ruslar olası bir Amerikan atağını başlamadan savurmayı planlamıştır. Ancak filmde bizim anlattıklarımızdan farklı önemli bir nokta vardır. Ruslar, filmde kıyamet

[29] Kahn, H. 1965. *On escalation: metaphors and scenarios* Praeger Publ. Co. New York, cited in Rapoport & Chammah, 1966)

makinelerini Amerika'dan gizlemektedir ve ellerindeki kozu bir sinyal olarak kullanamamaktadır.

<u>Mahkum İkilemi (The Prisoner's Dilemma)</u>

Dominant Strateji Eşitliği'ni anlatırken değindiğimiz ünlü Mahkum İkilemi problemine tekrar geri dönelim ve bu sefer bu sorunu Nash Eşitliği'ni kullanarak çözmeye çalışalım. İlk olarak oyun matrisini ve oyunun kurallarını tekrar hatırlayalım:

		Bill	
		İtiraf Et	*İnkar Et*
John	*İtiraf Et*	**-15** / **-15**	**0** / **-30**
	İnkar Et	**-30** / **0**	**-3** / **-3**

Oyunumuz, John ve Bill ismindeki iki tutuklunun sorgulanmaları sırasındaki tutumları sonucunda alacakları hapis cezaları ile ilgiliydi. Buna göre her iki tutuklu da suçu itiraf ederse 15'er yıl, her ikisi de suçu inkar ederse 3'er yıl hapse mahkum oluyordu. Tutuklulardan birinin suçu itiraf etmesi ve diğerinin inkar etmesi durumunda ise, suçu itiraf eden dürüstlüğünden dolayı ödüllendiriliyor ve serbest bırakılıyor, inkar eden ise 30 yıl hapis cezasına çarptırılıyordu.

Bu oyunda, John'un itiraf etme eylemi sabit tutulursa, Bill'in yapabileceği en iyi seçim itiraf etmektir. Çünkü, itiraf ederse 15 yıl, inkar ederse 30 yıl hapis cezası alacaktır. John'un inkar etme eylemi sabit tutulduğunda, Bill'in yapacağı en iyi seçim yine itiraf etme olacaktır. Çünkü Bill serbest kalmayı, 3 yıl hapis yatmaya tercih edecektir. Yani, John ne yaparsa yapsın, itiraf etmek Bill için dominant bir stratejidir. John için de aynı durum söz konusudur. Akılcı oyuncular ayrı odalarda, birbirlerinin nasıl davranacaklarını düşünürken ulaştıkları sonuç olan (itiraf, itiraf) gerçekten oyunun Nash dengesini verir, çünkü ne John ne de Bill rakibin itiraf stratejisi karşısında kendi itiraf stratejilerini değiştirmek istemezler. Sonuç olarak, Nash Dengesi'ni kullanarak da Dominant strateji Eşitliği ile ulaştığımız sonuca ulaştık. Dominant Strateji Eşitliği ile Nash Dengesi arasındaki bağı şu şekillerde kurabiliriz:

Teorem :

Dominant Strateji Eşitliği ile bir çözüme ulaşılıyorsa, bu aynı zamanda oyunun Nash Dengesi'dir. *Dolayısıyla bir oyundaki her Dominant Strateji Eşitliği aynı zamanda oyunun Nash Eşitliğidir.* Ancak her Nash Eşitliği, aynı zamanda Dominant Strateji Eşitliği olmayabilir.

Aslında oyuncuların her ikisi de, onbeşer yıl yerine üçer yıl hapis yatmayı tercih ederler. Bu tercihlerine rağmen, akılcı oldukları ve akılcı olmak genel bilgi olduğu için işbirlikçi sonucu (İnkar et, İnkar et) elde edemezler. Oyunun ismindeki ikilem sözcüğü de buradan kaynaklanmaktadır. Buradaki bu sonuç, Nash eşitliğinin ileride daha da ayrıntılı değineceğimiz önemli eksikliklerinden biri olan etkin olmama özelliğini de örnekler. Eğer oyunda oyuncular iletişim kurabilselerdi, iki tutuklu da kendileri için daha az hapis cezası getiren (İnkar et, İnkar Et) stratejilerini seçeceklerdi. İşte oyuncuların iletişim kurabildiği bir oyun ile iletişimden mahrum oldukları bir oyun arasındaki farkın ne denli önemli olduğunu da bu örnekte görebiliriz.

Acaba Oyun Teorisi'ndeki bu ikilemi nasıl çözebiliriz? Oyuncular için daha uygun bir seçenek varken, oyuncuların etkin olmayan seçeneği seçmeleri nasıl engellenebilir?

Oyuncular arasında yeterli seviyede güven varsa elde ettiğimiz stratejiler değişebilir. Nigel Howards'ın *"Metagames Teorisi"* bize bu sorunu çözmemize yardımcı olabilir. Bu teoriye göre, oyuncular geriye doğru bir mantık silsilesi başlatır ve diğer oyuncunun stratejisine göre bir karar vermeye çalışır. Şimdi bu teoriden faydalanarak bu soruna bir çözüm bulmaya çalışalım:

“Mahkum İkilemi”, oyuncular için iki stratejinin var olduğunu varsayarak başlar.

- İtiraf et
- İnkar et

Nigel Howards’a göre bunu 4 metagame stratejiye yükseltebiliriz:

- Her ne olursa olsun itiraf et
- Her ne olursa olsun inkar et
- Diğer oyuncu inkar ederse sen de inkar et ve diğer oyuncu itiraf ederse sen de itiraf et **(tit-for-tat)**[30] (her zaman kibar ve işbirlikçi ol)[31]
- Diğer oyuncu itiraf ederse inkar et ve diğer oyuncu inkar ederse itiraf et **(tat-for-tit)**. (her zaman düşmanca tavır sergile ve işbirliğini reddet)

Şimdi bu yeni stratejilerimize göre oyun matrisimizi biraz daha genişletelim:

		BILL			
		Ne Olursa Olsun İtiraf Et	*Ne Olursa Olsun inkar et*	*tit-for-tat*	*tat-for-tit*
JOHN	*Ne Olursa Olsun İtiraf Et*	**-15** **-15**	**0** **-30**	**-15** **-15**	**0** **-30**
	Ne Olursa Olsun İnkar Et	**-30** **0**	**-3** **-3**	**-3** **-3**	**-30** **0**

Böylelikle Metagame stratejisini kullanarak (itiraf et, itiraf et) seçeneğinin yanında, (inkar et, inkar et) eşitliğini de elde ederiz. Oyuncuların bunu seçmesi ise aralarındaki güven ilişkisine bağlıdır. Yani her iki oyuncu da birbirinin sözüne güvenmelidir.

[30] Rapoport A. and A. Chammah. 1965. ***Prisoner's Dilemma***. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
[31] “tit-for-tat” kavramı İngilizce bir deyim olup Türkçe’deki “Kıssasa Kıssas” deyimine karşılık gelmektedir.

3.2.3.b. Koordinasyon (Eşgüdüm) Oyunlarında Nash Dengesi

Her statik oyunda tutuklu ikilemindeki gibi bir ikilem söz konusu olamaz. Oyuncuların hareketlerini koordine etmek durumunda kaldığı oyunlar da vardır. Bu tür oyunlara koordinasyon oyunları adı verilir. Koordinasyon oyunlarında, oyuncular aynı stratejileri seçtiklerinde, tam strateji Nash Eşitliği'ne ulaşırlar ve iki rakip oyuncu uyum ile kazançlarını yükseltir. Konuya ilk olarak Pareto Etkinliği kavramını tanıyarak başlayalım.

Pareto Etkinliği

"Mahkum İkilemi" bir oyundaki iletişim eksikliğini ortaya koyan ve bu yüzden Pareto optimumuna ulaşamayan bireyler için kullanılan en yaygın örnektir.

Pareto Optimumu ya da bir diğer ismi ile Pareto Etkinliği, ismini, gelir dağılımı ve ekonomik etkinlik çalışmalarında bu kavramı kullanmış olan İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto'dan almaktadır ve oyun teorisi, mühendislik, sosyal bilimler gibi alanlarda geniş uygulamaları olan önemli bir kavramdır. Bir grup bireye yapılan kaynak paylaşımı sonrasında yapılan alternatif bir kaynak paylaşımı, bireylerin hiçbiri daha kötü bir duruma geçmeden, en az bir bireyi daha iyi bir duruma getirebiliyorsa buna "Pareto Gelişimi" ya da "Pareto Optimizasyonu" denir. Daha fazla Pareto Gelişimi'nin yapılamayacağı kaynak tahsisi ya da kaynak dağılımı durumunda ise, kaynak tahsisinin Pareto Etkin olduğundan söz edebiliriz.

"Mahkum İkilemi" oyunundaki denge noktası olan "İtiraf et, İtiraf et" strateji bileşimi her iki mahkumun da on beşer yıl hapis cezası almalarına neden oluyordu. Oysa "İnkar et, İnkar et" gibi yeni bir strateji bileşimi ise mahkumların sadece üçer yıl hapis yatmalarına neden oluyordu. Bu yüzden bu oyunumuzda Pareto Etkin olmayan bir sonuca ulaştığımızı, bunun sebebinin de iletişim eksikliği olduğunu söylemiştik. Oyunlarda Pareto Etkinliği veya bir ikilem olup olmadığını rahatlıkla anlayabilmek için şimdi genel bir formül yardımı ile ikilem durumlarını özetleyelim:

		II. Oyuncu	
		Strateji 1	Strateji 2
I.	Strateji 1	A,A	B,C
Oyuncu	Strateji 2	C,B	D,D

Oyuncuların kazançlarının yukarıdaki gibi olduğunu kabul edelim. Oyuncuların aynı stratejiler ile hareket etiklerinde aynı kazancı elde ettikleri bu tür oyunlara oyun teorisinde sıkça rastlanılmaktadır. Eğer;

B > D > A > C ise; burada bir ikilem söz konusudur. Çünkü bu tip oyunlarda B > D ve A > C olduğu için, oyuncuların I. stratejileri, II stratejilerine göre başattır ve her ikisinin de başat stratejileri seçmesi sonucu oyunun çözümü(A, A) olur. Oysa ki her iki oyuncunun D'yi seçmesi daha etkin bir sonuçtur. Örneğin harflerimizi Tutuklu İkilemi'ndeki rakamlarla eşleştirelim:

A : -15
B : 0
C : -30
D : -3

0 > -3 > -15 > -30 olduğu için burada B > D > A > C ilişkisi vardır. Sonuç olarak da oyunun çözümü (-15,-15) yani (A,A) olarak bulunmuştur.

Eğer A > C ve D > B şeklinde bir ilişki varsa; bu ilişki bize oyuncuların birlikte hareket etmelerinin her zaman için ayrı ayrı hareket etmelerinden daha kazançlı olduğunu gösterir. Koordinasyon oyunlarının özü de bu noktada oluşmaktadır. Oyuncular uyum içinde hareket ettikçe daha çok kazanç elde ederler.

		II. Sürücü	
		Soldan git	Sağdan Git
I.	Soldan git	100,100	0
Sürücü	Sağdan git	0	100,100

Trafikte araçlarını kullanan sürücüler eşgüdümlü bir oyun içerisindedir. Örneğin oyun matrisindeki 100 rakamı kaza yapmadan araç kullanabilmeyi, 0 rakamı ise çarpışmayı ifade etsin. Burada iki tane tam strateji Nash Eşitliği vardır: Birisi her iki oyuncunun da aracı ile yolun sol tarafını kullanması, diğeri ise her iki sürücünün de yolun sağını kullanması. Aynı zamanda sürücülerin %50 olasılıkla bu iki tam stratejiyi seçtiğini düşünürsek, bu oyunda 3. eşitliğin de karma strateji Nash Eşitliği olduğunu söyleyebiliriz. Oyuncular arasındaki koordinasyonun ön plana çıktığı bir başka ünlü oyun da "Kadın-Erkek Çekişmesi" adlı oyundur.

Kadın-Erkek Çekişmesi (The Battle of Sexes)

Evli bir çift, bir akşamı dışarıda geçirmek için planlar yapmaktadır. Evin hanımı Leyla, en sevdiği sanatçı Nilüfer'in konserine gidip eşi ile birlikte eğlenmeyi planlarken, evin erkeği Mecnun ise tuttuğu takımın şampiyonluk maçına giderek eşiyle muhteşem bir akşam geçireceğine inanmaktadır. Bu oyunun kazanç matrisi aşağıdaki gibidir:

		Leyla	
		Futbol Maçı	Konser
Mecnun	Futbol Maçı	4,2	0,0
	Konser	0,0	2,4

Oyun matrisinden de anlaşılacağı gibi çiftimiz aktiviteleri birlikte gerçekleştirmeyi, tek başlarına gerçekleştirmeye tercih ederler. Çünkü akşamı birlikte geçirmezlerse alacakları fayda 0'dır. Mecnun eşiyle birlikte futbol maçına gitmeyi, beraber konsere gitmeye tercih etmektedir. Leyla ise Mecnun ile konserde olmaktan daha çok mutluluk duyacaktır.

Mecnun'un futbol seçimi sabitken, Leyla'nın yapabileceği en iyi seçim futbol maçına gitmektir. Böylelikle 0 birim fayda yerine 2 birimlik fayda kazanmış olur. Leyla'nın futbol seçimi sabitken, Mecnun için de en iyi seçim futbol maçına gitmektir. Dolayısıyla (futbol,futbol) bu oyunda bir Nash Dengesi'dir. Mecnun'un konser seçimi sabitken, Leyla'nın da seçimi konsere gitmek olacaktır. Böylece 0 birim fayda yerine 4 birimlik fayda elde etmiş olur. Leyla'nın konser seçimi sabit tutulduğunda, Mecnun da konsere gitmeyi tercih edecektir. Dolayısıyla (konser,konser) bu oyundaki ikinci Nash Dengesi'dir.

Kadın-Erkek çatışması oyununun iki Nash dengesi vardır: (Futbol, Futbol) ve (Konser, Konser). Oyuncuların seçimlerini nasıl koordine edip hangi konsere gideceklerini ise bulamayız, bu yüzden üçüncü bir Nash Dengesi de oyuncuların her iki stratejiyi de %50 olasılıkla seçeceği karma strateji eşitliğidir.

Örneğimizi biraz değiştirerek, birden fazla Nash dengesinin bulunduğu oyunlarda hangi dengenin oyunun sonucu olabileceğine ışık tutabiliriz.

30 Yıllık Evlilik Sonrası Kadın-Erkek Çekişmesi

Çiftimiz 30 yıllık evlilik sonrası yine benzer bir koordinasyon problemiyle karşı karşıya gelirler. Uzun evlilik döneminden sonra bile birlikte gezmeyi, yalnız başlarına gezmeye tercih ederler. Fakat, yaşları ilerlediği için, konser ve futbol yerine opera ya da tiyatro seçimlerini değerlendireceklerdir. Mecnun artık operadan, Leyla ise tiyatrodan daha fazla zevk almaktadır. Oyun matrisimiz bu defa daha farklıdır:

		Leyla	
		Opera	Tiyatro
Mecnun	Opera	3,1	0,0
	Tiyatro	0,0	1,2

Bu değiştirilmiş Kadın-Erkek çatışması örneğinde de aynı şekilde iki Nash dengesi vardır: (Opera, Opera) ve (Sinema, Sinema). Fakat bu kez oyunun sonucu için bir şeyler söyleyebiliriz. Mecnun'un birlikte operaya gitmekten daha fazla zevk alacağını bilen Leyla seçimini operadan yana kullanabilir. Eşinin bunu bildiğini bilen Mecnun da operayı seçer. Bu yaklaşımla (opera, opera) sonucu, Nash dengesi olmaya daha yakın görünür.

Birden fazla Nash dengesine sahip bir oyunda, eğer oyuncular bu tip ortak bir bilgiye sahipse oyunun sonucu olarak tek bir Nash dengesi önerilebilir. Buna odak noktası (focal point)[32] denir.

<u>Geyik Avlama Oyunu (Stag-Hare)</u>

Bu oyunun ise hikayesi şu şekildedir. Uzak köylerde yaşayan iki avcı vardır. Pazar günü için ormanda buluşup avlanmak üzere anlaşmışlardır ama ne avlayacaklarını kararlaştırmayı unutmuşlardır. Bunu tekrar konuşabilmeleri ise, telefon gibi iletişim araçları olmadığı için imkansızdır. Şimdi avcılarımızın tavşan mı yoksa geyik mi avlayacaklarına karar vermeleri gerekmektedir. Geyik avlamak için iki avcının da geyik avlama araçlarını yanlarında getirmeleri gerekmektedir ve birinin geyik için kullanacakları aletleri unutması durumunda geyik avlayamayacaklardır. Oysa, tavşan avlamak için ise sadece bir avcının tavşan avlama aletlerini getirmesi yeterli olacaktır. Elbette ki geyik avlamak tavşan avlamaktan daha iyidir ve biz bu oyunda bunun kazancını 4 birim olarak kabul edelim. Tavşan avlamanın ise bir avcıya sağlayacağı kazancın 2 birim olduğunu kabul edelim:

		II. Avcı	
		Geyik	Tavşan
I.	Geyik	4,4	0,2
Avcı	Tavşan	2,0	2,2

Nash Dengesi'ni bulmak için I. oyuncu için sütun en büyükleri ile II. Oyuncu için satır en büyüklerini işaretleriz. Satır ve sütun en büyüklerine sahip (Geyik,Geyik) ve (Tavşan,Tavşan) bileşimleri oyunun çözümüdür. Yani; her iki oyuncu da aynı stratejiyi seçmelidir. Ancak, her iki avcının da geyik avlamak için hazırlanması Pareto etkinliğine sahip olan sonuçtur. Bunun farkında olan oyuncular geyik avlamak için ormana gelecek ve muhtemel olarak en büyük kazancı elde edeceklerdir.

[32] Schelling, **The Strategy of Conflict**, 17th Printing, 1999, Printed in the United States

3.2.3.c. Nash Eşitliğinin Eksiklikleri

En basit oyunlarda bile Nash eşitliğini kullanmak farklı sorunlar yaratabilir. Örneğin oyunun sonucunda farklı Nash eşitlikleri bulabiliriz. Ya da oyunun sonunda Nash eşitliği bulamayabiliriz. Böyle durumlarda bir oyunun muhtemel sonuçlarını nasıl tahmin edebiliriz veya bulduğumuz bir eşitliğin etkin olmayışı tehlikesinden nasıl uzak durabiliriz? Yukarıda bahsetmiş olduğumuz zorlukları gelin şimdi bir örnek üzerinde anlatmaya çalışalım:

<u>Reklâm Oyunu (Advertising Game)</u>

Aynı kalitede yani birbirleri yerine ikame edilebilen iki tane mal üreten 2 firmayı düşünelim. Bu firmaların yeni bir reklam kampanyası için rekabet içinde olduklarını varsayalım. Eğer iki firmadan hiçbiri böyle bir reklam kampanyasına başlama riskini almazsa, her 2 firmanın da karları düşük kalacaktır. Eğer sadece bir firma böyle bir kampanya başlatırsa, bütün maliyeti tek başına yüklenmiş olacaktır ve rakibinden daha düşük bir gelir elde edecektir. Acaba firmaların alacağı en mantıklı karar nedir? Bu kampanyada ortak olarak çalışabilecekler midir?

Bu durum her oyuncunun ikişer stratejisinin olduğu ve çatışma barındıran bir oyundur. Her firma iki stratejiye sahiptir: Reklam kampanyasına katıl veya kampanyadan uzak durdur. Şimdi farklı oyun matrisleri ile farklı strateji birleşimleri ortaya koyalım.

Birinci Durum : (Nash Eşitliğinin Bulunmaması)

		II. Firma	
		Katıl	Uzak dur
I.	Katıl	5,5	-1,6
Firma	Uzak dur	4,1	0,0

Birinci firmanın kampanyaya tek başına girdiğinde ikinci firmadan daha fazla harcama yaptığını veya daha az kar sağladığını varsayalım. Bu oyun bir Nash eşitliğine sahip değildir. Bu durum aşağıdaki gibi yorumlanabilir :

Eğer 1. firma reklam kampanyasına başlarsa , 2. firma herhangi bir girişimde bulunmadan reklam kampanyasının getirilerinden faydalanmayı tercih edecektir. Ancak , 1.firma da bu reklam kampanyasına kaybetmeye başlayacağı için daha uzun süre kampanyaya devam etmeyecektir(-1,6). Sonuç olarak 1.firma reklam kampanyasını bırakacak (0,0), bu sefer 2. firma reklam yapmayı karlı bulacaktır (4,1). Ancak bu durumda 1. Firma reklam kampanyasına katılmak kendisi için daha avantajlı olacağı için tekrar reklam kampanyasına başlayacaktır (5,5). Buna karşılık olarak da 2. Firma tekrar kampanyadan çekilecektir (5,6). Sonuç olarak bu durum durmadan devam edecek, her oyuncu rakibinin strateji seçimi karşısında yeni bir strateji belirleyecektir. Bu da bu oyunda Nash Dengesi olmadığını göstermektedir.

İkinci Durum : (Nash Çözümünün Birden Fazla Oluşu)

		II. Firma	
		Katıl	Uzak dur
I.	Katıl	5,5	**1,6**
Firma	Uzak dur	**6,1**	0,0

Şimdi de tamamen simetrik bir sonucu düşünelim. Bu oyunda oyuncular için zıt sonuçlar üreten iki adet Nash çözümü vardır. 1.firma (Uzak dur, katıl) strateji bileşimini tercih ederken, 2. firma (Katıl, Uzak dur) stratejisini tercih edecektir. Ama biraz önceki örnekler de değindiğimiz gibi hangi firma daha az kazancı sağlayacak stratejiyi seçecektir?

Üçüncü Durum : (Nash Eşitliğinin Etkin Olmaması)

		II. Firma	
		Katıl	Uzak dur
I.	Katıl	5,5	-1,6
Firma	Uzak dur	6,-1	**0,0**

Oyun şimdi, tek bir Nash Eşitliğine sahiptir (Uzak dur, Uzak dur). Ancak bu strateji birleşimi sonucu firmaların kazançları çok kötüdür. Örneğin her iki firmanın da reklam kampanyasına başlaması halinde her iki firma da 5'er birimlik bir kazanç elde edecektir. Bu yüzden Nash dengesi bize Pareto etkinliğine sahip olmayan bir sonuç vermiştir.

3.2.4. Karma Strateji Eşitliği

Tüm oyunlar herhangi bir oyuncunun sadece bir tek stratejiyi seçeceği tam strateji-Nash Dengesi biçiminde ya da eyer noktalı değildir. Uygulamada eşit olmayan alt ve üst değerli oyunlar geneldir ve oyuncular farklı olasılıklarla farklı stratejiler seçerler. Bu tür oyunlar karma stratejili oyunlar olarak adlandırılır.

3.2.4.a. Sıfır Toplamlı Oyunlarda Karma Strateji Eşitliği

Teorem: (Von Neumann,1928)

Her sonlu oyun, karma stratejiler kullanımı ile en az bir eşitliğe sahiptir. Oyunun sonucu birkaç optimal strateji birleşimine dayanır.

Şimdi her bir oyuncunun m tane stratejiye sahip olduğu sürekli olmayan bir oyun düşünelim:

s_{ij} ; i oyuncusu için j. stratejiyi,

s_{lk} ; l oyuncusu için k. stratejiyi,

p_j ; i oyuncusun j stratejisini seçme olasılığını,

q_k ; l oyuncusunun k stratejisini oynama olasılığını,

göstersin. Oyuncular için karma strateji kümesini şu şekilde gösterebiliriz:

$$S_1 = p : 0 \leq p_i \leq 1 \qquad \sum_{j=1}^{m} p_j = 1$$

$$S_2 = q : 0 \leq q_k \leq 1 \qquad \sum_{k=1}^{m} q_k = 1$$

Ancak karma stratejinin tayini ve oyunun değerinin hesaplanması karmaşık analizleri gerektirir. Basit bir örnek yardımıyla bu karmaşık işlemleri belirleyip oyunun değerini bulalım. Örnek olarak iki kişilik eyer noktası bulunmayan, sıfır toplamlı bir oyunun, A oyuncusuna göre düzenlenmiş kazanç matrisini inceleyelim:

		B Oyuncusu			
		B_1	B_2	B_3	***Min***
A Oyuncusu	A_1	**0**	**-2**	**2**	***-2***
	A_2	**5**	**4**	**-3**	***-3***
	A_3	**2**	**3**	**-4**	***-4***
	Max	*5*	*4*	*2*	

Bu koşullar altında oyun nasıl oynanmalıdır ? Her iki oyuncunun da güvenlik stratejilerini oynadıklarını varsayalım. Bu durumda A oyuncusu, oyunun alt değerini dikkate alarak A_1 stratejisini uygulayacak, bu yolla da 2 birimden daha fazla kaybetmemeyi garantileyecektir. Aynı şekilde B oyuncusu da oyunun üst değerini dikkate alarak B_3 stratejisini seçecek ve 2 birimden daha fazla kaybetmemeyi garantileyecektir. Dikkat edilirse oyunun alt ve üst değerleri eşit olmadığı için oyunda eyer noktası yoktur. Oyunun değeri saptanamamıştır. A ile B oyuncusunun yukarıda belirtilen A_1 ve B_3 stratejilerini izlemeleri şu sonuçları doğuracaktır:

B oyuncusu B_3 stratejisi ile hareket ederken, A oyuncusu da A_1 stratejisi ile hareket edecek ve 2 birimlik bir kazanç elde edecektir. Rasyonel hareket ettiğini varsaydığımız B oyuncusu, bu durumu düzeltmek için harekete geçecek ve A oyuncusu, A_1 stratejisi ile hareket ederken B_2 stratejisini kullanmaya başlayacak, böylelikle de 2 birimlik bir kazanç elde etmeye çalışacaktır. B oyuncusunun strateji değiştirdiğini sezen A oyuncusu, kazancını arttırmak için derhal A_2 stratejisini kullanacak ve 4 birimlik bir kazanç elde etmeyi deneyecektir. Kuşkusuz B oyuncusu bu durumu sezinleyecektir ve hemen A oyuncusunun A_2 stratejisini kullandığında en fazla kayıp vereceği B_3 stratejisini kullanacaktır. B oyuncusunun bu davranışı, A oyuncusunun yeniden strateji değiştirmesine neden olacak ve oyun stratejiden stratejiye geçişlerle devam edip gidecektir.

Bu örnekle, eyer noktası bulunmayan oyunlarda, oyunculardan birinin diğerinin izlediği stratejiyi sezinlemesi halinde kazancını arttırma olanağı bulabileceğini göstermek istedik. Ancak oyun teorisinde asıl olan oyunculardan hiç birinin diğerinin izlediği stratejiyi kestirememe ilkesidir. Bu ilke nasıl sağlanabilir? Bunun için oyuncular kesin bir strateji seçmek yerine, olanaklı stratejilerden birkaçını seçerler ve her bir stratejiyi kendilerince belirli sürelerde kullanırlar. Bu şekilde hareket etmekle, oyunculardan hiçbiri diğerinin izlediği stratejiyi belirleyemeyecek, dolayısıyla belli bir üstün strateji uygulayamayacaktır.

Böylelikle, eyer noktası bulunmayan oyunlarda karma strateji kullanılmasının gerekliliğini belirtmiş bulunuyoruz. Bu durumda oyunun değeri nasıl hesaplanacak ve salt stratejilerden her biri ne oranda, ne kadar zaman kullanılacaktır? Şimdi bu soruna çözüm arayalım.

Karma strateji uygulandığında oyunun değerini tam olarak saptamak olanaksızdır. Ancak genel anlamlı bir değer, “Beklenen-Umut Edilen Kazanç” hesaplanarak elde edilir.

Daha önce sözünü ettiğimiz minimax kavramı biraz genişletilerek burada da kullanılabilir. Bu kritere göre eyer noktası bulunmayan oyunlarda oyuncular, beklenen minimum kazançlarını maksimize edecek stratejileri seçmelidirler. Minimum beklenen kazançla kastedilen, rakip oyuncu hangi karma stratejiyi izlerse izlesin, elde edilen en küçük olanaklı beklenen kazançtır. Bu değeri V_1 ile gösterelim.

Aynı şekilde rakip oyuncu için optimum strateji, diğer oyuncu hangi stratejiyi izlerse izlesin, kendisine olanaklı en küçük beklenen kaybı sağlayan karma stratejidir ve bu değer oyunun beklenen üst değeridir. Bu değeri de V_2 ile gösterelim.

Oyun sıfır toplamlı olduğuna göre çözümün sağlanabilmesi için oyunun beklenen alt değeri, beklenen üst değerine eşit olmalıdır. Yani $V_1 = V_2$ olmalıdır.

Böylelikle eyer noktası bulunmayan, iki kişili, sıfır toplamlı oyunlarda denge çözümünün bulunabileceğini göstermiş bulunuyoruz. Şimdi sorun bu çözüme nasıl ulaşılacağıdır. Bu amaçla çeşitli yöntemler getirilmiştir. Şimdi sırasıyla bu çözümleri gözden geçirelim.

Bir mxn boyutlu oyunun tepe noktası yoksa, özellikle m ve n'nin büyük değerleri için oyunun çözümü zor olabilir. Genel olarak bir oyunun tepe noktası yoksa oyunu çözmeden önce mümkünse m ve n değerleri küçültülmesi yani, bazı stratejilerin devre dışı bırakılmaları uygun olur. Bu işlem ancak bazı özel stratejilerin belirlenmesiyle gerçekleşir. Boyut küçültmede kullanılabilecek iki çeşit strateji vardır: Bunlar da daha önce değindiğimiz Eş stratejiler ve Üstünlük stratejileridir.[33] Şimdi bu konuyu daha da iyi anlayabilmek için bir örnek çözelim:

[33] Cinemre, s. 292-93.

Örnek:

		B Oyuncusu		
		B_1	B_2	B_3
A Oyuncusu	A_1	**-2**	**5**	**6**
	A_2	**0**	**-3**	**7**
	A_3	**-6**	**1**	**-5**

Görüldüğü gibi bu oyun, tepe noktası olmadığı için dengeli bir oyun değildir. Oyunun çözümünü kolaylaştıran stratejiler A oyuncusu için A_1 stratejisi, B oyuncusu için de B_1 stratejisidir. Yani A_1 ve B_1 stratejileri üstünlük stratejileridir. A_3 stratejisi genel olarak zarar karakterli olduğundan A oyuncusu tarafından seçilmez ve üstün strateji olan A_1 sırası [-2,5,6], A_3 [-6,1,-5] sırasını siler. Aynı şekilde B oyuncusu B_3 stratejisini sürekli kayba neden olduğundan seçmeyeceği gibi, üstünlük stratejisi olan B_1 stratejisi [-2,0,-6], B_3 stratejisini [6,7,-5] devre dışı bırakır. A_3 satırı ve B_3 sütunu atıldıktan sonra oyun matrisi aşağıdaki şekli alır.

		B Oyuncusu		
		B_1	B_2	***Min***
A Oyuncusu	A_1	**-2**	**5**	***-2***
	A_2	**0**	**-3**	***-3***
	Max	***0***	***5***	

Şimdi bu oyunu daha rahat çözebiliriz. Oyuncular güvenlik stratejileri yardımı ile ilk etapta A_1 ve B_1 stratejilerini seçerler. Ancak eyer noktası bulunmadığı için oyuncular karma stratejiler kullanmak zorundadırlar. Diğer bir deyişle A oyuncusu bir süre A_1, bir süre A_2 stratejisini; B oyuncusu da bir süre B_1, bir süre B_2 stratejisini kullanarak kazançlarını optimize etmek zorundadır.

Acaba oyuncular stratejilerden her birini ne kadar süre veya olasılıklarla oynamalıdırlar? Önce A oyuncusu için gerekli olasılığı saptamaya çalışalım. Varsayalım ki A oyuncusu, A_1 stratejisini "Q" süre veya olasılıkla kullanacaktır. Olasılık toplamı 1'e eşit olacağı için A oyuncusu, A_2 stratejisini "1-Q" olasılıkla kullanma fırsatı bulacaktır. Aynı düşünceyle B oyuncusu da "P" olasılıkla B_1, "1-P" olasılıkla da B_2 stratejisini uygulayacaktır. Stratejilerin kullanılma olasılıklarını şu şekilde özetleyebiliriz :

		B Oyuncusu	
		$B_1 = P$	$B_2 = 1-P$
A Oyuncusu	$A_1 = Q$	**-2**	**5**
	$A_2 = 1-Q$	**0**	**-3**

1. A oyuncusu birinci stratejisini "Q" süre izleyecektir. ($0 \leq Q \leq 1$)
2. A oyuncusu ikinci stratejisini "1-Q" süre izleyecektir.
3. B oyuncusu birinci stratejisini "P" süre izleyecektir. ($0 \leq P \leq 1$)
4. B oyuncusu ikinci stratejisini "1-P" süre izleyecektir.

Şimdi her oyuncunun stratejilerini hangi oranda kullanacaklarını, diğer bir deyişle "Q" ve "P", dolayısıyla "1-Q" ve "1-P" değerlerini hesaplayalım. Önce A oyuncusunu ele alalım. A oyuncusu rasyonel hareket ettiğine göre; A_1 ve A_2 stratejilerini öyle bir oranda seçecektir ki, B oyuncusu B_1'i de seçse B_2'yi de seçse kazancı maksimum olsun. B de aynı davranışı gösterecek ve stratejilerini öyle bir oranda kullanacaktır ki, kazancı maksimum olsun. Yukarıdaki matrisi kullanarak A oyuncusunun "Q" oranda A_1 ve "1-Q" oranda da A_2 stratejisini oynaması sonunda beklenen kazancını hesaplayabiliriz. B oyuncusu hangi stratejiyi kullanırsa kullansın, A oyuncusu bundan etkilenmemek ve her durumda maksimum kazanç elde etmek isteyecektir. A oyuncusunun, B oyuncusunun seçimlerinden etkilenmemesi ise ancak B oyuncusunun farklı strateji seçimlerinde aynı kazancı sağlayacak karma strateji birleşimi yardımı ile olacaktır.

$$
\begin{aligned}
-2Q + 0(1-Q) &= 5Q - 3(1-Q) \\
-2Q &= 8Q - 3 \\
10Q &= 3 \\
Q &= 3/10
\end{aligned}
$$

Bu sonuç A oyuncusunun karma strateji uygulamasını nasıl yapacağını göstermektedir. A oyuncusunun, oyun süresinin 3/10'unda A_1, 7/10'unda da A_2 stratejisini oynaması gerekmektedir.

Aynı mantık yürütme ile B oyuncusunun da karma stratejisini hesaplayabiliriz. B oyuncusu, A oyuncusu hangi stratejiyi kullanırsa kullansın, oyun süresini iki seçeneği arasında öyle bölecektir ki kazancını maksimize (veya kaybını minimize etsin) edebilsin.

$$
\begin{aligned}
-2P + 5(1-P) &= 0P - 3(1-P) \\
-7P + 5 &= 3P - 3 \\
10P &= 8 \\
P &= 8/10
\end{aligned}
$$

Buna göre B oyuncusu için en iyi seçim oyun süresinin 8/10'unda B_1, 2/10'unda B_2 stratejisi ile hareket etmektir.

Bu noktada bir hususu özellikle belirtmek zorundayız. Oyuncuların hangi stratejiyi ne kadar oynamaları gerektiği bellidir. Ancak oyuncular bu oransal süreleri de tesadüfi olarak seçmek durumundadırlar. Aksi halde A oyuncusunun 3/10 olasılıkla A_1 stratejisini seçtiğini sezen B oyuncusu derhal kendisi için daha elverişli stratejiyi seçebilir. Bu nedenle her iki oyuncunun da, kullandıkları stratejileri, oranları veya olasılıkları aynı kalmak koşuluyla değişik sıra ile oynamaları şarttır.

Şimdi oyunun değerini hesaplayabiliriz. Oyunun ödemeler matrisi ve oyuncuların optimum karma stratejilerini yeniden yazalım :

		B Oyuncusu	
		$B_1 = 8/10$	$B_2 = 2/10$
A Oyuncusu	$A_1 = 3/10$	**-2**	**5**
	$A_2 = 7/10$	**0**	**-3**

A oyuncusu için şu mantığı yürütebiliriz :

a) B oyuncusu, 8/10 olasılıkla B_1 stratejisini izleyeceğine göre, A oyuncusunun bu sürenin 3/10'unda 2 birimlik bir kaybı olacak, 7/10'unda ise kazancı veya kaybı olmayacaktır.

b) B oyuncusu, 2/10 olasılıkla B_2 stratejisi ile hareket edeceğine göre, A oyuncusunun bu sürenin 3/10'unda 5 birimlik bir kazancı olacak, 7/10'unda ise 3 birimlik bir kaybı olacaktır.

İşte A oyuncusunun oyun süresince beklenen kazancı bu iki açıklamanın toplamına eşittir.

Oyunun Değeri(A) = 8/10 [-2(3/10) + 0(7/10)] + 2/10 [5(3/10) - 3(7/10)] = *-0.6*

Hesaplanan bu değer, optimum karma strateji kullanan A oyuncusunun her oyunda ortalama 0.6 birimlik bir kaybı olacağını göstermektedir. Bunun anlamı B oyuncusunun her oyunda ortalama 0.6 birimlik bir kazanç sağlayacağıdır. B oyuncusunun da bu oyundaki beklenen değerini bulabiliriz:

Oyunun Değeri(B) = 3/10 [2(8/10) - 5(2/10)] + 7/10 [0(8/10) + 3(2/10)] = 0.*6*

İki kişilik böyle bir oyunda bu sonuç A oyuncusunun her zaman 0.6 birimlik bir kaybı olacağı anlamına gelmez. Bu değer sadece oyun birçok kez oynandığında A oyuncusunun her bir oyunda ortalama 0.6 birimlik bir kaybı olacağını ifade eder. Oyun sıfır toplamlı olduğunda A oyuncusunun kaybı, B oyuncusunun kazancına eşittir. Söylediklerimizi şu şekilde özetleyebiliriz:

		B Oyuncusu	
		$B_1 = P$	$B_2 = 1-P$
A Oyuncusu	$A_1 = Q$	$\mathbf{a_{11}}$	$\mathbf{a_{12}}$
	$A_2 = 1-Q$	$\mathbf{a_{21}}$	$\mathbf{a_{22}}$

$$Q + (1 - Q) = 1$$

1. $a_{11}Q + a_{21}(1 - Q) = V$
2. $a_{12}Q + a_{22}(1 - Q) = V$

$$a_{11}Q + a_{21}(1 - Q) = a_{12}Q + a_{22}(1 - Q)$$

$$Q = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

<u>Taş, Kağıt, Makas Oyunu (Rock,Paper And Scissors)</u>

Bu oyun belki de küçükken hepimizin oynadığı bir oyundur. Oyunu şu şekilde tanıtabiliriz:

İki tane çocuk , eş zamanlı olarak sağ elleri ile taş, kağıt veya makas simgeleri oluştururlar. Oyunun kuralı basittir : Kağıt taşı sarar, taş makası kırar, makas kağıdı keser. Bu oyun sıfır toplamlı bir oyundur ve tek eşitlik karma strateji eşitliğidir.

		2. Çocuk		
		Taş (p_1)	Kağıt (p_2)	Makas ($1-p_1-p_2$)
1. Çocuk	Taş (p_1)	**0** / **0**	**-1** / **1**	**1** / **-1**
	Kağıt (p_2)	**1** / **-1**	**0** / **0**	**-1** / **1**
	Makas ($1-p_1-p_2$)	**-1** / **1**	**1** / **-1**	**0** / **0**

Oyun matrisinden de anlaşılacağı üzere, kazançlar 1 birim, kayıplar ise -1 birim olarak değerlendirilmiştir. İki oyuncunun da seçiminin aynı olması durumunda kazançları 0'dır. Oyun sıfır toplamlı bir oyundur çünkü bir oyuncu kazanırsa , diğeri kaybedecektir. Bu oyunun değerini ve oyuncuların strateji seçimlerini karma stratejiler yardımı ile bulmaya çalışalım: 1. oyuncunun taşı seçme olasılığını p_1, kağıdı seçme olasılığını p_2 olarak adlandıralım. Olasılıklar toplamı 1'e eşit olacağı için, 1. oyuncunun makası seçme olasılığı ise $1-p_1-p_2$ olacaktır. 1. oyuncunun beklenen kazançları da aşağıdaki gibidir:

Taş (p_1) : (0 , -1 , 1)
Kağıt (p_2) : (1 , 0 , -1)
Makas ($1-p_1-p_2$) : (-1 , 1 , 0)

Şimdi bu verilere göre 1. oyuncunun hangi olasılıklarla hangi stratejileri seçeceğini bulalım.

$$p_2-(1-p_1-p_2)=-p_1+(1-p_1-p_2)=p_1-p_2$$

$$2p_2+p_1-1=-2p_1-p_2+1=p_1-p_2$$

$$2p_2+p_1-1=p_1-p_2 \qquad\qquad -2p_1-p_2+1=p_1-p_2$$

$$p_2=\underline{1/3} \qquad\qquad p_1=\underline{1/3}$$

$$p_3=1-p_1-p_2=1-1/3-1/3=\underline{1/3}$$

Görüldüğü gibi 1. oyuncu üç stratejisini de eşit olasılıklarla oynamalıdır. Aynı durum 2. oyuncu için de geçerlidir. Bu sonuçlara göre oyun sonucunda oyuncuların beklenen kazançlarını hesaplayalım:

$$E(\Pi_1) = \left[\tfrac{1}{3}(\tfrac{1}{3} - \tfrac{1}{3})\right] + \left[\tfrac{1}{3}(\tfrac{1}{3} - \tfrac{1}{3})\right] + \left[\tfrac{1}{3}(\tfrac{1}{3} - \tfrac{1}{3})\right] = 0 + 0 + 0 = 0$$

Bu sonucu şu şekilde yorumlayabiliriz: Belli bir dönemde oyuncuların bu oyunu sürekli oynaması sonucu her iki oyuncu da ne kaybedecek ne de kazanacaktır.

Penaltı Oyunu

Şimdi bir futbol maçında, penaltı atışındaki kaleci ile penaltıyı kullanan oyuncu arasındaki bir oyunu örnek alalım. Oyun matrisimiz şu şekilde olsun:

		Oyuncu	
		Sol	**Sağ**
Kaleci	**Sol**	9	0
	Sağ	1	4

İlk olarak oyun matrisini nasıl oluşturduğumuzu anlatalım. Kalecinin solu çok iyidir ve eğer atış atılmadan önce sola konsantre olursa ve oyuncu da topu kalecinin soluna atarsa, kalecinin penaltıyı kurtarma olasılığı %90'dır. Ancak kaleci sola konsantre olduğunda top sağına gelirse, kalecinin topu kurtarma şansı yoktur. Kaleci sağa konsantre olduğunda oyuncu da topu kalecinin sağına gönderirse, kalecinin penaltıyı kurtarma olasılığı %40, oyuncu topu kalecinin soluna atarsa, kalecinin penaltıyı kurtarma olasılığı %10'dır. Bu durumda her iki oyuncu nasıl bir strateji izleyecektir:

Kaleci eğer olası en iyi durumların içinden en kötüsünü seçmeyi düşünürse(minimax strateji uygularsa) , sağ köşeye konsantre olmayı seçecektir. Penaltıyı kullanan oyuncu da en kötü durumların içinden en iyisini seçmeyi düşünürse , topu sağ köşeye atmayı seçecektir ve sonuçta kaleci %40 olasılıkla topu kurtaracaktır.

Ancak bu çözüm mantıklı bir çözüm müdür? Oyuncu eğer kalecinin de kendisi gibi düşündüğünü tahmin ederse sola atayım böylelikle gol yapma şansımı %40'tan %90'a çıkarayım diye düşünecektir. Kaleci de oyuncunun bu şekilde düşünebileceğini tahmin edip, sola konsantre olup penaltıyı kurtarma şansını %90'a çıkarmayı isteyebilecektir. Sonuç olarak bu mantık silsilesi oyuncuları bir karma strateji kullanmaya itecektir.

Kalecinin topu soluna bekleme olasılığına p, penaltıyı kullanan oyuncunun da topu kalecinin sol köşesine atma olasılığına q diyelim. Şimdi kalecinin sola konsantre olma ve oyuncunun topu kalecinin soluna yollama olasılıklarını hesaplayalım:

$$\begin{aligned} 9p + 1(1-p) &= 4(1-p) \\ 9p + 1 - p &= 4 - 4p \\ 12p &= 3 \\ p &= 1/4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 9q &= q + 4(1-q) \\ 9q &= q + 4 - 4q \\ 12q &= 4 \\ q &= 1/3 \end{aligned}$$

$$E(\Pi_{kaleci}) = \tfrac{1}{3}\left[(\tfrac{1}{4} * 9) + (\tfrac{3}{4} * 1)\right] + \tfrac{2}{3}\left[(\tfrac{1}{4} * 0) + (\tfrac{3}{4} * 4)\right]$$

$$E(\Pi_{kaleci}) = \tfrac{1}{3}[3] + \tfrac{2}{3}[3] = 3$$

Bu verilere göre; olası bir penaltı atışı öncesi, kalecinin %25 olasılıkla sol köşeye konsantre olacağı, oyuncunun da %33 olasılıkla topu kalecinin soluna göndereceği ve %30 olasılıkla da kalecinin penaltıyı kurtaracağı sonucuna ulaşırız.

Başka Bir Reklam Oyunu

Şimdi Nash Eşitliği'nin Eksiklikleri'ni anlatırken incelediğimiz Reklam Oyunu'na benzer yeni bir reklam oyununu inceleyelim. Duopol bir piyasadaki iki firmanın üç farklı reklam stratejisi olsun.

$1 \rightarrow reklam \quad yapmamak$
$2 \rightarrow orta \quad çapta \quad reklam \quad yapmak$
$3 \rightarrow büyük \quad çapta \quad reklam \quad yapmak$

Şimdi her iki firmanın da farklı reklam stratejilerini kullanmaları sonucu elde edecekleri pazar paylarına göre oluşturulmuş oyun matrisini inceleyelim:

		II. Firma			
		1	2	3	***Min***
I. Firma	1	**60**	**50**	**40**	***40***
	2	**70**	**70**	**50**	***50***
	3	**80**	**60**	**75**	***60***
	Max	***80***	***70***	***75***	

Satırlar taranarak minimum elemanlar, sütunlar taranarak maksimum elemanlar ödemeler matrisinde gösterilmiştir. Satırların maximin elemanı 60 ve sütunların minimax elemanı olan 70 birbirine eşit olmadığından oyunda tepe noktası yoktur. Yani A firmasının 3 numaralı stratejiyi seçmesi ve B firmasının 2 numaralı stratejiyi benimsemesi halinde oyunda bir denge oluşmaz. Örneğin A firması, 2 numaralı stratejisini uygularsa, B firması 3 numaralı stratejisini kullanabilir ve oyun bir dengeye ulaşmadan bu değişim devam eder.

Şimdi de matrisimizde başat altı veya eş stratejiler olup olmadığını kontrol edelim. B firması 1 numaralı seçeneğini hiçbir zaman tercih etmeyecektir. Çünkü 2 numaralı ve 3 numaralı seçenekler B firması için daha az bir kayba neden olmaktadır. Aynı şekilde A firması da 1 numaralı stratejisini kullanmayacaktır. Çünkü A firmasının 2 ve 3 numaralı stratejilerini kullanması, firma için her zaman daha fazla kazanç anlamına gelmektedir. Başat altı stratejileri oyun matrisimizden çıkardıktan sonra yeni ödemeler matrisimiz farklı bir şekil alır:

		II. Firma 2	3
I. Firma	2	**70**	**50**
	3	**60**	**75**

Şimdi I. firmanın karma strateji seçimini bulalım.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1$$
$$Q_1 = 0$$
$$70\,Q_2 + 60\,(1 - Q_2) = 50\,Q_2 + 75\,(1 - Q_2)$$
$$10\,Q_2 = 15 - 25\,Q_2$$
$$Q_2 = 3/7$$

I. firmanın reklam yapmama stratejisi başat altı strateji olduğu için , firma da bu stratejiyi ($Q_1 = 0$) asla uygulamayacaktır. Firma zamanın 3/7'sinde orta çapta reklam yapma stratejisini ($Q_2 = 3/7$), zamanın 4/7'sinde ise büyük çapta reklam yapma stratejisini uygulayacaktır. ($Q_3 = 4/7$). Şimdi benzer işlemleri B oyuncusu için uygulayalım:

$$P_1 + P_2 + P_3 = 1$$
$$P_1 = 0$$
$$70\,P_2 + 50\,(1 - P_2) = 60\,P_2 + 75\,(1 - P_2)$$
$$20\,P_2 = 25 - 15\,P_2$$
$$P_2 = 5/7$$

II. firmanın da reklam yapmama stratejisi başat altı strateji olduğu için, firma bu stratejiyi ($P_1 = 0$) asla uygulamayacaktır. Firma zamanın 5/7'sinde orta çapta reklam yapma stratejisini ($P_2 = 5/7$), zamanın 2/7'sinde ise büyük çapta reklam yapma stratejisini uygulayacaktır. ($P_3 = 2/7$)

Bu sonuçlara göre oyun sonucunda I. firmanın ortalama kazancı ve II. Firmanın ortalama kaybını rahatlıkla bulabiliriz:

E(I) = 5/7 [(3/7 * 70) + (4/7 * 60)] + 2/7 [(3/7 * 50) + (4/7 * 75)]
E(I) = 5/7 (450/7) + 2/7 (450/7)
E(I) = 3150/49
E(I) = 450/7

Çözüm >>> Q (0 , 3 / 7 , 4 / 7) ; P (0 , 5 / 7 , 2 / 7) ; v = 450 / 7 olarak bulunur.

3.2.4.b. Karma Strateji Nash Eşitliği

Teorem (Nash,1950) :

Nash eşitliğinin bulunmaması zorluğu, önce 1928 yılında iki kişili sıfır toplamlı oyunlar üzerinde denenen ve daha sonra da 1950 yılında Nash tarafından n oyunculu oyunlar üzerinde uygulanan çok eski bir prosedür tarafından giderilebilir. Buradaki püf noktası, karma stratejileri kullanarak oyuncuların strateji olasılıklarını uzatmaktır. Sonlu sayıda tam strateji kümesine sahip her n oyunculu oyun, en azından bir tam ya da karma strateji Nash Dengesi'ne sahiptir. Bu teorem, her oyunun bir çözümü olacağını garanti etmektedir. Örneğin iki oyunculu ve iki stratejili bir oyunu ele alalım:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} 1 & 2 \end{array} \\ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array} & \begin{bmatrix} A,a & B,b \\ C,c & D,d \end{bmatrix} \end{array}$$

Bu oyunda her bir oyuncu bir olasılığı seçmektedir. 1. strateji p olasılığı ile oynanırsa, 2. strateji (1-p) olasılığı ile oynanacaktır. Buna göre 1. oyuncunun beklenen kazanç matrisini yazalım.

$$E(\Pi_1) = pq * A + p(1-q) * B + (1-p)q * C + (1-p)(1-q) * D$$

Şimdi kazanç matrisinin p'ye göre türevini alalım.

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = q * A + (1-q) * B - q * C - (1-q) * D$$

Bu sonuca göre türevde p yer almadığından birinci oyuncu türevin işaretini belirleyemez. Türev pozitif ise , p'deki artış 1. oyuncunun beklenen kazancını arttırır. Bu nedenle 1. oyuncu en yüksek p değerine sahip stratejisi olan 1'i seçmelidir. Bu tam strateji anlamına gelir. Türev negatifse 1. oyuncunun en uygun seçimi p=0'dır. Böyle bir durum 2. oyuncu için tam strateji seçimi anlamına gelir. Türev sıfıra eşitse tüm p düzeylerinde 1. oyuncunun kazancı aynıdır. Bu durumda 1. oyuncu tüm karma stratejiler için kayıtsızdır. Karma stratejilerin çözümünü bulmak içim ayını işlemleri 2. oyuncu içinde yaparız:

$$E(\Pi_2) = qp * a + (1-q) p * b + q(1-p) * c + (1-q)(1-p) * d$$

$$\frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = p * a + p * b + (1-p)c - (1-p) * d$$

Her ikisi için aynı anda denge, birinci türevlerin sıfıra eşitlenmesi ve p ile q değerlerinin çözülmesi ile bulunur.

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = q * A + (1-q) * B - q * C - (1-q) * D = 0$$

$$\frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = p * A + (1-p) * C - p * B - (1-p) * D = 0$$

$$p = \frac{D-C}{A-B-C+D} \qquad q = \frac{D-B}{A-B-C+D}$$

Şimdi bu durumu sayısal bir örnek vererek inceleyelim:

		B	
		1	2
A	1	**5,2**	**3,4**
	2	**3,3**	**5,2**

Bu oyunun tam strateji Nash eşitliği yoktur. Ancak karma stratejili bir Nash eşitliği elde edilebilir. İlk olarak her iki oyuncuya ait beklenen kazançları yazalım:

$$E(\Pi_1) = 5pq + 3p(1-q) + 3(1-p)q + 5(1-p)(1-q)$$

$$E(\Pi_2) = 2qp + 4(1-q)p + 3q(1-p) + 2(1-q)(1-p)$$

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = 5q + 3 - 3q - 3q - 5 + 5q = 0 \qquad \frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = 2p - 4p + 3 - 3p - 2 + 2p = 0$$

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = 4q = 2 \qquad \frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = 3p = 1$$

$$q = \frac{1}{2} \qquad p = \frac{1}{3}$$

Bu rakamlarla $E(\Pi_1) = 4$ $E(\Pi_2) = 2.66$ olarak bulunur.

<u>Yeniden Reklam Oyunu (Again Advertising Game)</u>

Nash Eşitliği'nin Eksiklikleri'ni anlatırken kullandığımız ve tam strateji Nash eşitliğine sahip olmayan reklam oyunu örneğine geri dönelim ve oyuncuların kullanacakları karma strateji eşitliğini bulalım.

		II. Oyuncu	
		Katıl (q)	Uzak dur (1-q)
I. Oyuncu	Katıl (p)	5,5	-1,6
	Uzak dur (1-p)	4,1	0,0

$$E(\Pi_1) = 5pq - 1p(1-q) + 4(1-p)q + 0(1-p)(1-q)$$

$$E(\Pi_2) = 5qp + 6(1-q)p + 1q(1-p) + 0(1-q)(1-p)$$

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = 5q - 1 + q - 4q = 0 \qquad \frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = 5p - 6p + 1 - p = 0$$

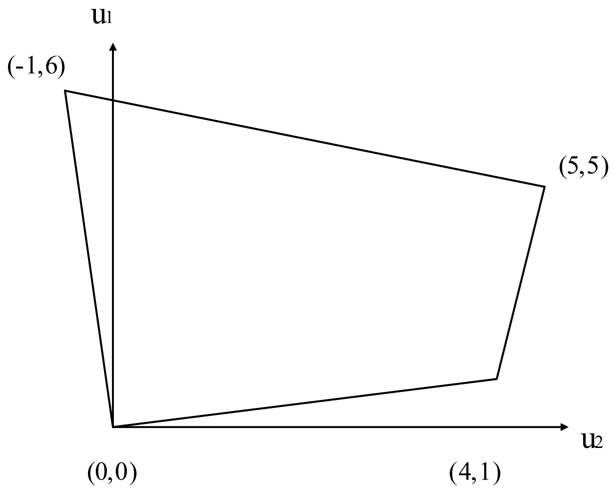
$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{p} = 2q = 1 \qquad \frac{\partial E(\Pi_2)}{q} = 2p = 1$$

$$q = \frac{1}{2} \qquad p = \frac{1}{2}$$

$$E(\Pi_1) = 5(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) - 1(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) + 4(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) = \tfrac{5}{4} - \tfrac{1}{4} + \tfrac{4}{4} = \frac{8}{4} = 2$$

$$E(\Pi_2) = 5(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) + 6(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) + 1(\tfrac{1}{2} * \tfrac{1}{2}) = \tfrac{5}{4} + \tfrac{6}{4} + \tfrac{1}{4} = \frac{12}{4} = 3$$

Bu oyun p = (½,½) ve q=(½,½) şeklinde ve 1. oyuncuya 2 birimlik ve 2. oyuncuya 3 birimlik bir kazanç sağlayan karma stratejilere sahiptir. Şekil 5'te, 1 numaralı oyuncunun ödemelerinin düşey eksende ve 2 numaralı oyuncunun ödemelerinin yatay eksende olduğu ödeme bölgesi temsil edilmiştir. Karma strateji kullanımı sonucunda (2,3) noktasına ulaşılır.



Şekil 5 : Karma Stratejili Nash Eşitliği'nin Grafik Gösterimi

<u>Samaritan Oyunu (The Samaritan's Game)</u>

Samaritan kelime anlamı olarak görüp gözeten, fedakar kimse demektir ve etnik bir grubu ifade eder. Samaritanlar, genel olarak ihtiyacı olan insanlara karşılıksız yardım ederler ancak onlardan da bu yardım sürecinde kendilerine bir iş bulmalarını ve para kazanmalarını beklerler. Oyun Teorisi içinde bu durum bir problem olarak James Buchanan tarafından ele alınmıştır.[34] Bir Samaritan ihtiyacı olan bir kişiye yardım ettiğinde, eğer yardım ettiği kişi çalışmaya başlarsa herhangi bir sorun yoktur ve Samaritan bundan çok büyük bir manevi haz elde eder. Ancak yardım ettiği kişi, bunu kötü kullanıp uzun vadede yan gelip yatmaya başlarsa problem ortaya çıkmaktadır. Çünkü, bu durumda Samaritan yardımını çekmekte, bu ise onun kişiliğine ve yardım severliğine aykırı düşmektedir. Böylelikle Samaritan ile ihtiyacı olan bir kişi arasında problem doğmaktadır:

[34] J.M. Buchanan, **"The Samaritan's Dilemma"**, New York : Russell Sage , 71(1975)

	Bob : Çalış	Bob : Çalışma
Alice : Yardım Et	(3,2)	(-1,3)
Alice : Yardım Etme	(-1,1)	(0,0)

Bu oyunda Alice Samaritan yani fedakar olan kişi, Bob ise yardıma ihtiyacı olan kişidir. Oklar, her oyuncunun karşıdaki oyuncunun stratejisine göre en iyi strateji seçimini göstermektedir. İki okla gösterilen her strateji bize aynı zamanda Nash Eşitliği'ni göstermektedir. Bu oyunda böyle bir durum olmadığı için herhangi bir tam strateji Nash Eşitliği olmadığını söyleyebiliriz. Bu yüzden karma strateji Nash Eşitliği'ni bulmamız gerekmektedir:

p = Alice'in yardım etme olasılığı,
q = Bob'un çalışma olasılığı,

olsun. Her iki oyuncunun da beklenen faydalarını bulalım:

$$EB_{Alice} = [3pq] + [(-1)p(1-q)] + [(-1)(1-p)q] + [0(1-p)(1-q)]$$

$$EB_{Alice} = 5pq - q - p$$

$$EB_{Bob} = [2qp] + [(1)q(1-p)] + [3(1-q)p] + [0(1-q)(1-\pi_p)]$$

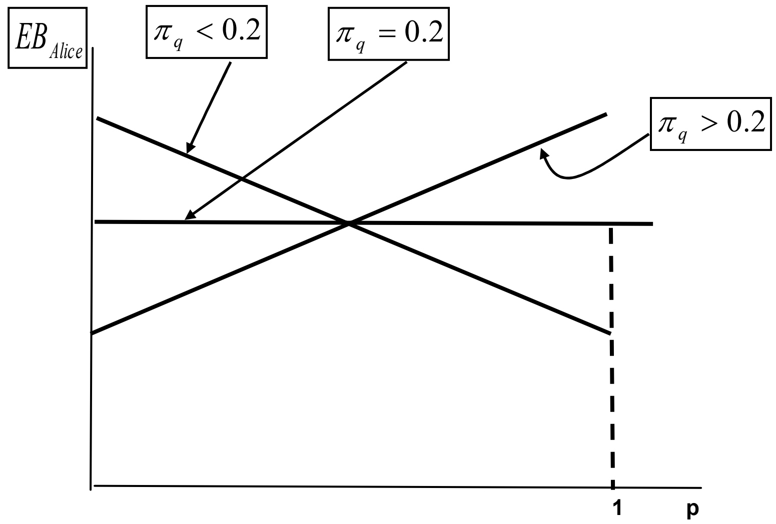
$$EB_{Bob} = -2qp + q + 3p$$

Burada Alice beklenen kazancını en büyükleyecek p değerini, Bob da kendi beklenen faydasını en büyükleyecek q değerini seçmek zorundadır. Oyuncuların strateji seçimleri, rakiplerinin strateji seçimleri ile doğrudan alakalı olduğundan, Bob'un beklenen faydasını en büyükleyecek q değerini bulmak için, Alice'in beklenen kazancının q'ya göre türevini alıp 0'a eşitleyelim.

$$\frac{\partial EB_{Alice}}{\partial p} = 5q - 1 = 0$$

$$q = 0.2$$

Bu sonuca göre Bob, zamanın %20'sinde çalışacak, %80'inde ise yan gelip yatacaktır. Ayrıca, Alice'in Bob'un çalışacağına dair beklentisi %20 olduğu sürece, Alice kendi seçeceği p değerinin ne olduğunu önemsemeyecektir çünkü bu durumda Alice hangi stratejiyi seçerse seçsin, eşit oranda kazanacak ya da kaybedecektir. Bu durumu Şekil 6'daki grafik yardımı ile gösterebiliriz:



Şekil 6 : Samaritan Problemi'nde Alice'in Strateji Seçimleri

---- q = 0.2 olduğunda;

Alice için beklenen kazançlar her iki stratejinin seçiminde de eşit olduğu için [(3 x 0.2) + (-1 x 0.8) = (-1 x 0.2)] , Alice kendi seçeceği p değerini önemsemeyecektir.

---- $q > 0.2$ olduğunda;

Alice için Bob'a yardım etmek, Bob'dan yardım elini çekmekten çok daha faydalıdır. Örneğin Bob'un çalışma olasılığı %30 olduğunda, Alice Bob'a yardım ederek (3 x 0.3) + (-1 x 0.7) = 0.2 birimlik bir kazanç elde ederken; Bob'a yardım etmediğinde (-1 x 0.3) + (0 x 0.7) = -0.3 birimlik bir kaybı olur. Bu yüzden $q>0.2$ olması durumunda, Alice mümkün olduğunca seçeceği karma strateji eşitliğinde p değerinin büyük olmasını isteyecektir.

---- $q < 0.2$ olduğunda;

Alice için Bob'a karşı duyarsız kalmak, Bob'a yardım etmekten çok daha faydalıdır. Örneğin Bob'un çalışma olasılığı %10 olduğunda, Alice'in, Bob'a yardım ettiğinde (3 x 0.1) + (-1 x 0.9) = -0.6 birimlik bir kaybı olurken; Bob'a yardım etmediği zaman (-1 x 0.1) + (0 x 0.7) = -0.1 birimlik bir kaybı olur. Bu yüzden $q<0.2$ olması durumunda, Alice mümkün olduğunca seçeceği karma strateji eşitliğinde p değerinin küçük olmasını ister.

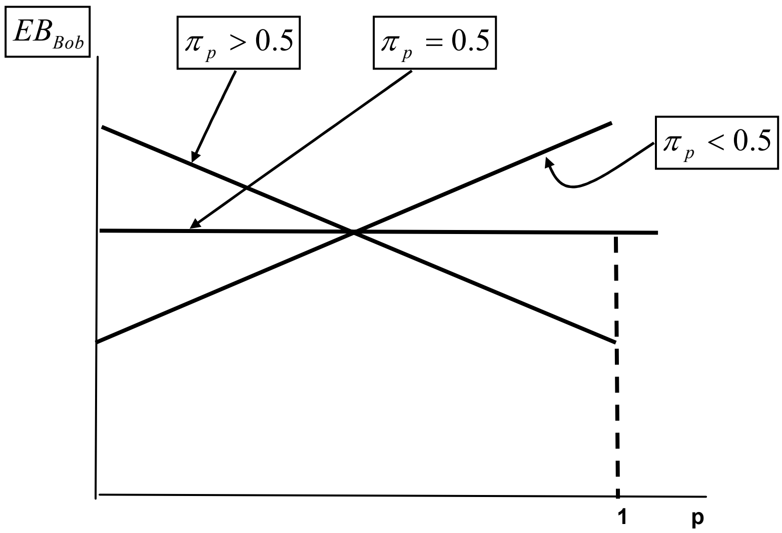
Burada da anlattığımız gibi oyuncular kendi karma stratejilerini seçerlerken, rakiplerinin de seçeceği karma stratejileri göz önüne alırlar. Rakipleri ile ilgili beklentilerine göre de stratejilerini seçme oranlarını değiştirirler.

Şimdi de Alice'in beklenen kazancını en büyükleyecek p değerini bulabilmek için, Bob'un beklenen kazancının p'ye göre türevini alıp 0'a eşitleyelim:

$$\frac{\partial EB_{Bob}}{\partial q} = -2p + 1 = 0$$

$$p = 0.5$$

Bu sonuca göre Alice, zamanın %50'sinde Bob'a yardım edecek, %50'sinde ise yardım etmeyecektir. Ayrıca, Bob'un Alice'in yardım edeceğine dair beklentisi %50 olduğu sürece, Bob kendi seçeceği q değerinin ne olduğunu önemsemeyecektir çünkü bu durumda Bob hangi stratejiyi seçerse seçsin, eşit oranda kazanacak ya da kaybedecektir. Bu durumu da Şekil 7 yardımı ile gösterebiliriz:



Şekil 7 : Samaritan Probleminde Bob'un Straji Seçimleri

---- p = 0.5 olduğunda;

Bob için beklenen kazançlar her iki stratejinin seçiminde de eşit olduğu için [(2 x 0.5) + (1 x 0.5) = (3 x 0.5) + (0 x 0.5)] , Bob kendi seçeceği q değerininin ne olacağını önemsemeyecektir.

---- p > 0.5 olduğunda ;

Bob için, çalışmamak, çalışmaktan çok daha faydalıdır. Örneğin Alice'in yardım etme olasılığı %60 olduğunda, Bob çalışmayarak (3 x 0.6) + (0 x 0.4) = 1.8 birimlik bir kazanç elde ederken; çalışarak (2 x 0.6) + (1 x 0.4) = 1.6 birimlik bir kazanç elde eder. Bu yüzden Bob mümkün olduğunca seçeceği karma strateji eşitliğinde q değerini küçük tutacak ve zamanın büyük bir bölümünde çalışmayacaktır.

---- $q < 0.5$ olduğunda ;

Bob çalışarak daha çok kazanç elde eder. Örneğin Alice'in yardım etme olasılığı %40 olduğunda, Bob çalışarak (2 x 0.4) + (1 x 0.6) = 1.4 birimlik bir kazanç sağlarken, çalışmadığı zaman (3 x 0.4) + (0 x 0.6) = 1.2 birimlik bir kazanç sağlar. Bu yüzden böyle bir durumda Bob mümkün olduğunca seçeceği karma strateji eşitliğinde q değerini büyük tutacak ve zamanın büyük bir bölümünde çalışacaktır.

Şimdi de oyun matrisindeki her hücrenin gerçekleşme olasılıklarını bulalım:

pq = 0.5 * 0.2 = <u>0.1</u> (p)(1-q) = 0.5 * 0.8 = <u>0.4</u>

(1-p)(q) = 0.5 * 0.2 = <u>0.1</u> (1-p)(1-q) = 0.5 * 0.8 = <u>0.4</u>

Bu sonuçlara göre, Alice yardım ettiği zaman Bob'u çalışmayarak görme olasılığımız %40, Alice yardım ettiğinde Bob'u çalışırken gözlemleme olasılığımız ise %10'dur. Bu sonuçlardan sonra oyundaki beklenen kazançlar ;

$$Alice \;\; için;$$
$$(1/5)[(1/2 * 3) - (1/2 * 1)] + (4/5)[(1/5 * -1)] = 0,2$$

$$Bob \;\; için;$$
$$(1/2)[(1/5 * 2) + (4/5 * 3)] + (1/2)[(1/2 * 1)] = 1,5$$

olarak bulunur.

<u>Kurallara Uyma İncelemeleri</u>

Bir müşterinin, bir bilgisayar şirketinden bir paket programı aldığını düşünelim. Ancak satış anında kullanım ile ilgili bazı kurallar konulmuş olsun. Müşteri bu kurallara uyabilir de uymayabilir de. Şirketin bunu tespit etmesi için teftiş yapması gerekmektedir. Eğer müşteri kurallara uymazsa ve şirket bunu fark etmezse, şirket için çok ağır mali cezalar öngörülmektedir. Ancak müşterinin kurallara uyduğu durumda yapılan teftişler de şirket için maliyetlidir. Firma, teftiş sonucunda müşterisinin kurallara uymadığını tespit ederse, çok yüksek tazminatlar talep edebilir. Karşılaşılabilecek farklı durumları bir oyun matrisi ile gösterelim:

			Müşteri	
		Kurallara Uy		**Kurallara Uyma**
Firma	**Denetleme**	(0,0)	→	(-10,10)
		↑		↓
	Denetle	(-1,0)	←	(-6,-90)

Bu oyunda standart çözüm, müşterinin kurallara uyması ve şirketin de herhangi bir denetim yapmamasıdır. Ancak firma denetim yapmazsa, müşteri kendisine ekstradan 10 birim kazanç sağlayan kurallara uymama seçeneğine kayacaktır. Bu durumda şirketin ise 10 birim değerinde bir kaybı olacaktır. Bu yüzden şirket, kendisi için daha az olan 6 birim kayba sebep olacak denetleme yapma seçeneğini kullanacaktır. Bu durumda müşterinin kaybı 90 birim olduğu için müşteri kurallara uyacak, şirket de kurallara uyan bir müşteri karşısında denetleme yapmama seçeneğini kullanacaktır.

Bu döngü bu oyunda tam strateji Nash eşitliği olmadığını göstermektedir. Çünkü her oyuncunun strateji seçimine karşı, diğer oyuncu da başka bir strateji seçmektedir. Bu durumda oyuncular karma strateji kullanacak, örneğin firma zamanın belli dilimlerinde denetleme yapacak, bu da firma için maliyetleri düşürecektir. Şimdi firmanın denetleme yapma ve müşterinin de kurallara uyma olasılıklarını bulalım:

p: Firmanın teftiş yapmama olasılığını,

q: Müşterinin kurallara uyma olasılığını,

1-p: Firmanın teftiş yapma olasılığını,

1-q: Müşterinin kurallara uymama olasılığını, göstersin. Buna göre firmanın beklenen kazancı;

$$EB_{Firma} = [0pq] + [(-10)p(1-q)] + [(-1)(1-p)q] + [(-6)(1-p)(1-q)]$$

$$EB_{Firma} = -10p + 10pq - q + pq - 6 + 6p + 6q - 6pq$$

$$EB_{Firma} = -4p + 5q + 5pq - 6$$

olarak bulunur. Bu sonucun p'ye göre türevini alırsak, müşterinin kurallara uyma olasılığını da buluruz.

$$EB_{Firma} = -4p + 5q + 5pq - 6$$

$$\frac{\partial EB_{Firma}}{\partial p} = 0$$

$$-4 + 5q = 0$$

$$q = 0.8$$

Bu sonuca göre, müşteri zamanın %80'inde şirket kurallarına uyacak, zamanın %20'sinde ise kuralları çiğneyecektir. Şimdi de müşterinin beklenen kazancını bulalım:

$$EB_{musteri} = [0pq] + [(10)p(1-q)] + [0(1-p)q] + [(-90)(1-p)(1-q)]$$

$$EB_{müsteri} = 10p - 10pq - 90 + 90q + 90p - 90pq$$

$$EB_{müsteri} = 100p + 90q - 100pq - 90$$

olarak bulunur. Bu sonucun da q'ya göre türevini aldığımızda firmanın teftiş yapma olasılığını bulabiliriz.

$$EB_{musteri} = 100p + 90q - 100pq - 90$$

$$\frac{\partial EB_{musteri}}{\partial q} = 0$$

$$90 - 100p = 0$$

$$p = 0.9$$

Buna göre firma zamanın %90'ında denetleme yapmayacak, %10'unda ise müşterisini denetleyecektir. Bu sonuçlara göre oyun matrisindeki her hücrenin gerçekleşme olasılıklarını bulabiliriz:

Müşteri

Firma		**Kurallara Uy**	**Kurallara Uyma**
	Denetleme	pq = 0.9 * 0.8 = 0.72	(p)(1-q) = 0.9 * 0.2 = 0.18
	Denetle	(1-p)(q) = 0.1 * 0.8 = 0.08	(1-p)(1-q) = 0.1 * 0.2 = 0.02

Bu sonuçlara göre oyunun beklenen kazançları ;

Firma için;
$$(\tfrac{8}{10})[(\tfrac{9}{10}*0)+(\tfrac{1}{10}*-1)]+(\tfrac{2}{10})[(\tfrac{9}{10}*-10)+(\tfrac{1}{10}*-6]=-\underline{2}$$

Müsteri için;
$$(\tfrac{9}{10})[(\tfrac{8}{10}*0)+(\tfrac{2}{10}*10)]+(\tfrac{1}{10})[(\tfrac{8}{10}*0)+(\tfrac{2}{10}*-90)]=\underline{0}$$

olarak bulunur. İşte oyun teorisinin gündelik hayattaki önemli faydalarından biri de bu noktada ortaya çıkmaktadır. Çünkü, oyun teorisi sayesinde öngörümlemeler yapılarak, ileride meydana gelecek beklenen kayıplar en baştan telafi edilebilir. Örneğin oyunumuzdaki firmanın, müşterisi ile oynadığı bu oyun sonucunda ortalama

2 birimlik bir kaybı olacaktır. Bu nedenle firma oyun teorisini kullanarak öngördüğü bu 2 birimlik maliyeti satış anında müşterisine yansıtabilir.

4. TAM BİLGİYE DAYANAN DİNAMİK OYUNLAR

Buraya kadar anlattığımız statik oyunlarda oyuncular eşanlı olarak strateji seçimleri yapıyorlardı. Dinamik oyunlarda ise oyuncular ardışık olarak strateji seçimleri yaparlar. Örneğin, piyasadaki yerleşik firmalar arasındaki pazarlık süreçlerini dinamik oyunlar mantığı ile incelemek mümkündür. Her firma, ilk olarak rakibinin kullandığı stratejiyi inceler ve bu strateji karşısında en iyi stratejisi ile rakip firmaya karşılık vermeye çalışır.

Statik oyunlarda tepki fonksiyonu, kazanç matrisi gibi kavramlar kullanmıştık. Ancak dinamik oyunlarda bu kavramlar kullanılmaz. Dinamik oyunlarda strateji bir hareket değil, oyun anında oluşabilecek tüm olası durumlar karşısında bir oyuncunun hareketlerinin bütünsel bir tanımıdır.

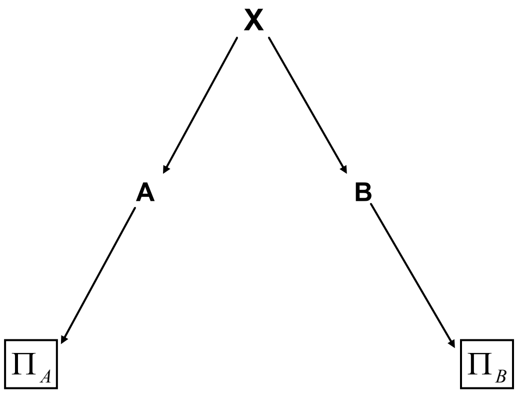
4.1. Yayvan Biçimdeki Oyunlar

Statik oyunlardaki normal biçimi yani oyun matrislerini dinamik bir oyunda kullandığımızda peşi sıra gelen hareketleri göstermemiz olanaksızlaşır. Bu nedenle dinamik oyunları yayvan biçim adını verdiğimiz bir araç yardımı ile gösteririz. Yayvan biçim, oyundaki dizinsel hareketleri en iyi anlatabilecek olan oyun ağacı ile betimlenmektedir. Bunun dışında, statik oyunlarda çözüm Nash Dengesi ile ifade edilebilmektedir. Ancak bu kavram dinamik oyunlar için çok yetersizdir. Dinamik oyunlarda Nash Dengesi ileride de anlatacağımız gibi alt oyun Nash Dengesi olarak ifade edilmektedir.

İlk olarak yayvan biçim kavramını tanımaya başlayalım. Daha önce de bahsettiğimiz gibi oyunlarda oyuncular; 0,1,2,…….,n biçiminde farklı numaralar ile tanımlanabilir. 0 doğayı, yani n sayıda oyuncu kararlarını alırken, oluşabilecek tesadüfi olayları temsil etmektedir. Bir oyunun yayvan biçimi şunları tanımlar:

1. Oyuncular kümesini
2. Hareketler sırasını
3. Oyuncunun mümkün her hareketteki olası davranışlarını ve bu davranışlar ile olasılık dağılım fonksiyonunca tanımlanmış olan doğa karşısında hareketlerini
4. Her bir oyunda bir oyuncunun sahip olacağı bilgiyi
5. Her olası hareket bileşimlerine karşılık gelen n tane oyuncunun kazançlarını

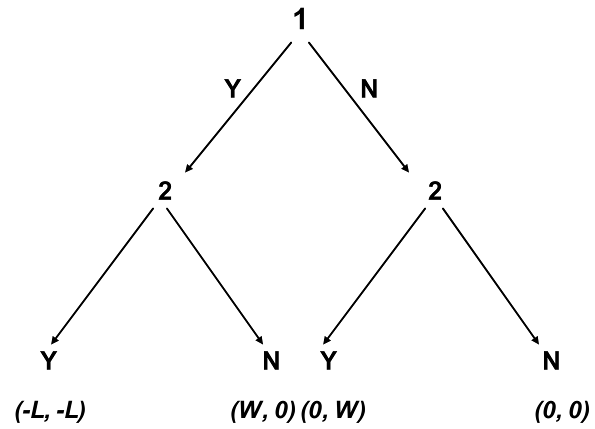
Yayvan biçimden bahsedebilmemiz için ilk olarak oyun ağacını tanımlamamız gerekir. Oyun ağacı çok sayıda dallar ve bu dalların birleştiği noktalardan oluşur. Bağlantı noktaları kararları ya da sonuçları, dallar da mevcut kararları gösterir. Şekil 8'de tek oyunculu bir oyun ağacı gösterilmiştir. Oyuncu iki olası karara sahiptir. A ve B. Başlangıç noktası, X oyuncusunun karar noktası olması anlamında X olarak gösterilir. Sol ve sağ dalların ucundaki noktalar varış noktalarıdır ve kazançları göstermektedir. Bu oyunda denge, bireye en yüksek kazancı sağlayan davranışın seçilmesi ile oluşur.



Şekil 8 : Tek Oyunculu Modelde Oyun Ağacı

Buna benzer biçimde iki oyunculu dinamik bir oyunu gösteren bir oyun ağacı da oluşturabiliriz. Bir yatırım kararı oyununu dikkate alalım. Her bir firma piyasaya girişle alakalı bir yatırımı yapıp yapmama konusunda karar vermek zorunda olsun. Kararlar eşanlı olarak verilirse bu oyun eşanlı kararların verildiği bir statik oyun olur. Eğer kararlar peşi sıra verilirse bu durumda dinamik bir oyundan söz edebiliriz. Örneğin 1. oyuncunun ilk karar veren olduğunu varsayalım. Bu durumda 2. oyuncu,

1. oyuncunun kararına göre kendi kararını verecektir. Şekil 9'da Y piyasaya giriş kararını, N piyasaya girmeme kararını, W karı, -L de zararı temsil etmektedir.

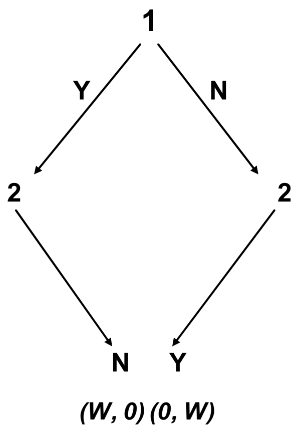


Şekil 9 : İki Oyunculu Modelde Oyun Ağacı

Bu oyunda dengeyi bulabilmek için geriye doğru tümevarım tekniğini kullanırız. Bu teknik şu aşamaları içerir.

1. Oyundaki Son Karar Noktasının İncelenmesi
2. Oynanmamış Davranışların Elenmesi
3. Bu elenmiş davranışların silinmesi
4. Oyun ağacının yeniden çizilmesi
5. Yukarıdaki sürecin yinelenmesi

Örneğin yukarıdaki oyunda son karar noktası 2. firmaya aittir. 1. firma piyasaya giriş kararı aldığında, 2. firma için en iyi seçim piyasanın dışında kalmaktır, çünkü böyle bir durumda 2. firma piyasanın dışında kalınca zarar etmemekte, ancak piyasaya girince –L kadar bir maliyete katlanmak zorundadır. 1. firmanın piyasaya giriş kararı vermediği durumda ise, 2. firma için en iyi seçim piyasaya giriş kararıdır, çünkü böyle bir durumda 2. firma piyasaya giriş ile W kadar bir kazanç elde ederken, piyasa dışında kalma durumunda ne kar ne de zarar etmektedir. Şekil 10 bu durumlar dikkate alınarak yeniden çizilmiş budalanmış oyun ağacını göstermektedir.



Şekil 10 : Budalanmış Oyun Ağacı

Artık bu oyunu çözebiliriz. Her iki oyuncunun da rasyonel olduğunu, bu rasyonellik ilkesinin de her iki oyuncu tarafından da bilindiğini kabul ediyoruz. Bu durumda 2. firmanın rasyonel davranacağını bilen 1. firma, kendisi için daha kazançlı olan piyasaya giriş seçeneğini seçecektir. Çünkü bu durumda kendisi W kadar bir kazanç elde edecek, rakibi ise kazanç elde edemeyecektir. Sonuç olarak denge, 1. firmanın piyasaya girmesi ve 2. firmanın piyasa dışında kalması durumu olarak ortaya çıkacaktır.

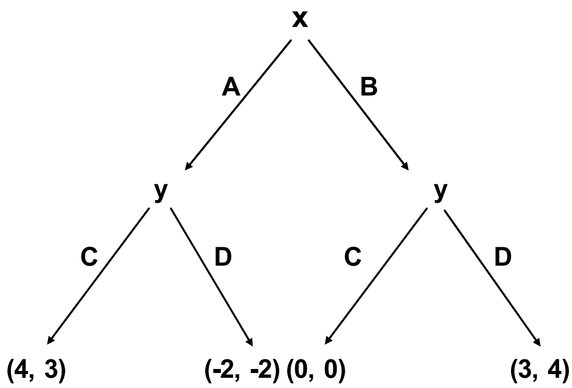
4.2. Dinamik Biçimdeki Oyunların Normal Biçimde Gösterimi

Dinamik oyunlar, genel olarak yayvan biçimdeki oyun ağaçları yardımı ile gösterilmelerine rağmen statik oyunlarda olduğu gibi oyun matrisleri yardımı ile de gösterilebilir. Her ne kadar dinamik oyunların bu biçimde gösterilmesi pek tercih edilmese de, bir örnek vererek dinamik oyunların normal biçimde nasıl gösterilebileceğini göstermeye çalışalım:

2 oyuncudan oluşan ve oyunda ilk hamlenin x oyuncusu tarafından yapıldığı bir oyun düşünelim. Hem x hem de y oyuncusun ikişer stratejisi ve oyuncuların farklı stratejilerine göre beklenen getirilerini gösteren bir oyun matrisimiz olsun.

		Oyuncu y	
		C	*D*
Oyuncu x	*A*	**4 , 3**	**-2 , -2**
	B	**0 , 0**	**3 , 4**

Bu matriste, x oyuncusunun ilk olarak hareket ettiğini, daha sonra y oyuncusunun bu hareketi görüp kendi hamlesini yaptığını ve x oyuncusunun bu hamleden sonra yeni bir strateji izlediğini görememekteyiz. Bu tip bir ardışık oyunu sergileyebilmek için, 2. oyuncunun bütün olası hareketlerini gösterebilmeliyiz. Bunun için ilk olarak bu oyunu oyun ağacı yardımı ile gösterelim.



Şimdi de bu oyun ağacı yardımı ile, oyunumuzu matris yardımı ile gösterelim. Oyun ardışık olduğu için, y oyuncusu 4 farklı stratejiye sahiptir.

1. x oyuncusu A'yı seçerse C'yi seç, diğer durumda da C'yi seç
2. x oyuncusu A'yı seçerse C'yi seç, diğer durumda D'yi seç
3. x oyuncusu A'yı seçerse D'yi seç, diğer durumda C'yi seç
4. x oyuncusu A'yı seçerse D'yi seç, diğer durumda da D'yi seç

Yazmış olduğumuz bu stratejiler karşısında oluşacak beklenen kazanç ve kayıpları Şekil 11'deki gibi oyun matrisine yerleştirerek, oyuncuların bütün hamlelerini oyun matrisi yardımı ile gösterebiliriz.

		Oyuncu y			
		C , C	*C , D*	D , C	D , D
Oyuncu	*A*	**4 , 3**	**4 , 3**	**-2 , -2**	**-2 , -2**
x	*B*	**0 , 0**	**3 , 4**	**0 , 0**	**3 , 4**

Şekil 11 : Ardışık Oyunların Normal Biçimde Gösterimi

Ancak oyuncular arasındaki ardışık hareketlerin daha çok olması durumunda, matris de çok büyüyeceği için, dinamik oyunların normal matrisler yardımı ile gösterimi pek tercih edilen bir durum değildir.

5. EKSİK BİLGİYE DAYANAN STATİK OYUNLAR

Buraya kadar anlattığımız oyunlar, oyuncuların oyunun muhtemel sonuçları veya rakipleri hakkında bilgiye sahip oldukları tam bilgiye dayanan oyunlardı. Oysa bu her zaman mümkün değildir. Kimi zaman rakiplerimiz hakkında veya oynadığımız bir oyundan elde edeceğimiz kazançlar hakkında tam bilgiye sahip olamayabiliriz. Örneğin bir kişinin doğaya karşı oynadığı bir oyun böyle bir belirsizlik taşır. Bu bölümde bu tür oyunları nasıl çözeceğimizi inceleyeceğiz. Genelde eksik bilgiye dayanan statik oyunları çözmek için Beklenen Değer ve Hurwics-Bayes Kuralları kullanılır.

5.1. Beklenen Değer Kavramı ve Allais Paradoksu

Bir oyunun eksik bilgiye dayanması durumunda, bu oyunu analiz etmek için sıkça kullanılan yöntemlerden biri, beklenen değer yöntemidir. Beklenen değer, bir oyuncunun, farklı kazanma olasılıkları ile her olasılığın gerçekleşmesi durumunda kazanacağı miktarları çarpıp, bulduğu değerleri toplaması sonucu elde ettiği olası bir değerdir. Bu kavramı şimdiye kadar yapmış olduğumuz örneklerde çokça kullandık. Bu yüzden bu kavramı burada tekrar anlatmak yerine literatüre Allais Paradoksu olarak geçen ve oyuncuların her zaman beklenen değer yöntemine göre hareket etmeyeceğini belirten bir eleştiriyi inceleyelim:

İnsanların belirsizlik içeren bir oyuna katılması için, oyunun beklenen değerinin pozitif olması ve eğer bir giriş maliyeti varsa, beklenen kazancın bundan yüksek olması gerekir. Ancak uygulamada, insanların bekledikleri değer pozitif olsa bile bu tür oyunları oynamak istemedikleri gözlemlenmiştir. İlk kez bu çelişki 18. yüzyılda Bernoulli tarafından araştırılmıştır. Bernoulli bu çelişkiyi kardinal bir fayda yaklaşımından yola çıkarak açıklamıştır. Buna göre, bir kişinin oyuna katılıp katılmama kararı beklediği kazanca değil, beklediği faydaya eşittir. Bernoulli burada beklenen fayda deyimi ile, insanın psikolojik olarak verdiği bir değeri dikkate almaktadır. Bernoulli beklenen faydayı ise beklenen değer kavramı ile açıklamaya çalışmıştır. Beklenen değer teorisinin öncüleri bir oyuna katılmanın beklenen değer ile doğru orantılı olduğunu savunmuşlardır. Bernoulli, beklenen değere göre hareket etmeyen bireylerin ise rasyonel birey olmadıkları için bu tercihleri yaptığını söylemiştir. Fransız iktisatçı Allais ise uygulamada bireylerin her zaman beklenen değere bağlı kalmadığını söylemiş ve bu durumun nedenin de bireylerin rasyonel olmaması değil, bireylerin risk içeren faktörlerden uzak durmaya çalışması olarak yorumlamıştır. Allais, bir karmaşık piyango olarak verdiği örnek üzerinde anlaşmazlık olarak gördüğü noktayı şöyle açıklar:[35]

(1). Aşağıdakilerden A durumunu mu yoksa B durumunu mu tercih edersiniz?

A Durumu :

Kesinlikle 100 milyon kazanacaksınız.

B Durumu :

%10 olasılıkla 500 milyon, %89 olasılıkla 100 milyon kazanacaksınız.

%1 olasılıkla hiçbir şey kazanamayacaksınız.

(2). Aşağıdakilerden C durumunu mu yoksa D durumunu mu tercih edersiniz?

C Durumu :

%11 olasılıkla 100 milyon kazanacaksınız.

%89 olasılıkla hiçbir şey kazanamayacaksınız.

D Durumu:

%10 olasılıkla 500 milyon kazanacaksınız.

%90 olasılıkla hiçbir şey kazanamayacaksınız.

[35] Orjinal soruda kullanılan sayılar Fransız Frangı cinsindendir.

Bu problem neo-Bernoulli formulasyonu içinde şu şekilde ifade edilir:

$$u(X) = p_1 X_1 + p_2 X_2 + ... + p_n X_n$$

$$u(A) = 1 * 100$$
$$= 100$$
$$u(B) = (0{,}10 * 500) + (0{,}89 * 100) + (0{,}01 * 0)$$
$$= 149$$
$$u(C) = (0{,}11 * 100) + (0{,}89 * 0)$$
$$= 11$$
$$u(D) = (0{,}10 * 500) + (0{,}90 * 0)$$
$$= 50$$

Bu durumda beklenen faydaları dikkate alırsak; bireylerin B seçeneğini A'ya; D seçeneğini de C'ye tercih etmeleri gerekmektedir.

Fransız bilim adamı Allais, olasılık hesaplamalarını bilen, rasyonel olduğu düşünülen ve sermayeleri göreli olarak elde edecekleri gelirden çok düşük olan kişilere bu soruyu yönelttiğinde, birinci soruda bu kişilerin A seçeneğini B'ye, ikinci soruda ise C seçeneğini D'ye tercih ettiklerini gözlemlemiştir. Bu durum ise tercihlerin değişmezliği varsayımına ters düşmektedir. Bu çelişki literatürde Allais Paradoksu olarak adlandırılır. Allais'e göre ise bu çelişkinin nedeni basittir:

Bu paradoks gibi duruma neden olan şey riske karşı oluşan insan psikolojisidir. Tarafsız bir gözle bakıldığında, Allais'in eleştirisi hiç de yabana atılır cinsten değildir. İnsanlar belirsizlik durumlarında her zaman bekledikleri değere göre değil, risk alma psikolojilerine göre de karar verirler. Aynı beklenen kazancı planlayan iki kişiden; birinin oyuna girmesi, birinin ise oyun dışında kalmayı tercih etmesini, rasyonalizm ile değil, risk psikolojisi kavramı ile açıklamak daha mantıklı görünmektedir.

Bu konu hakkında hangi yaklaşımın daha mantıklı olduğu hakkındaki karar okuyucuya kalmıştır. Çünkü, risk almayı sevmeyenler Allais'in yaklaşımı daha mantıklı bulacak, risk almayı sevenler ise neo-Bernoulli yaklaşımın her zaman geçerli olduğunu inanacaklardır.

5.2. Hurwicz ve Bayes Kuralları

Eksik bilgiye dayanan oyunlar için ekonomist Hurwicz ve matematikçi Bayes de farklı yaklaşımlar getirmiştir. Bu bilim adamlarının ne tür öneriler sunduğunu bir örnek yardımı ile inceleyelim:

Bir kişinin doğa ile oynadığı bir yatırım oyununu ele alalım. Doğanın stratejileri (B_1,B_2,B_3,B_4), oyuncunun stratejileri veya yatırım kararları ise (A_1,A_2,A_3,A_4) olsun. Doğanın farklı durumları karşısında yatırımların ulusal ekonomide yaratacağı milli gelir artış yüzdelerini, matris halinde gösterelim.

		Doğa			
		B_1	B_2	B_3	B_4
	A_1	**6**	**2**	**9**	**6**
Yatırımlar	A_2	**4**	**3**	**5**	**12**
	A_3	**8**	**6**	**5**	**15**
	A_4	**3**	**4**	**8**	**1**

Oyun matrisinin elemanları, yatırım kararlarının ulusal gelirdeki artış yüzdelerini göstermektedir. Söz konusu oyunda istenen hangi yatırıma karar verileceğidir.[36]

Böyle bir oyunda güvenlik stratejileri ile karar verilebilir. Ancak eksik bilgi ve belirsizlik olması durumunda, Leonid Hurwicz kötümser ile iyimser durumun aritmetik ortalaması alınarak en yüksek ortalama değeri veren stratejinin seçilebileceğini ve böylelikle de riskin en aza indirilebileceğini söylemiştir. Örneğimiz için Hurwicz'in bu yaklaşımını uygulayalım:

[36] Oskar Lange,Optimal Decision Principles of Programming, Pergamon Pres, New York, 1971, s.270

	Min aij	Max aij	Ortalama Değer
A_1	2	9	**5,5**
A_2	3	12	**7,5**
A_3	5	15	**10**
A_4	1	8	**4,5**

Bu sonuçlara göre A oyuncusu A_3 yatırımını seçmelidir. Belirsizlik altında bu tür karar almayı Leonid Hurwicz ortaya atmış olduğundan, bu kural **Hurwics Kuralı** olarak bilinir. Ayrıca Hurwics kuralı, en iyi ve en kötü durumların meydana gelmeleri için olasılıklar verilerek genişletilebilir. Örneğin en iyi durumun gerçekleşme olasılığı 0.60, en kötü durumun gerçekleşme olasılığı ise 0.40 olduğunda yatırımların beklenen değerleri sırası ile ;

B.D.(A_1) = 9(0.6) + 2(0.4) = 6.2
B.D.(A_2) =12(0.6) + 3(0.4) = 8.4
B.D.(A_3) = 15(0.6) + 5(0.4) = 11
B.D.(A_4) = 8(0.6) + 1(0.4) =5.2

olarak bulunur. Bulduğumuz beklenen değerlere göre A oyuncusu yine A_3 yatırımını seçer.

Belirsizlik altında en iyi kararın elde edilebilmesi için diğer davranışsal bir kural olarak Fransız matematikçi Laplace ve İngiliz matematikçi Bayes tarafından ortaya atılan ***Bayes-Laplace Kuralı*** incelenebilir. Kuralın işleyişi çok basittir. Bu kurala göre doğal durumların meydana gelme olasılıklarının eşit olduğunu varsayılır. Doğanın sırasıyla B_1 durumunda olma olasılığı p_1, B_2 durumunda olma olasılığı p_2, B_3 durumunda olma olasılığı p_3 ve B_4 durumunda olma olasılığı da p_4 olursa;

$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$
$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = ¼$

şeklinde eşitlikler elde eldir ve böylelikle her bir yatırımın beklenen değerleri bulunur :

$$B.D.(A_1) = 6(0.25) + 2(0.25) + 9(0.25) + 6(0.25) = 5.75$$
$$B.D.(A_2) = 4(0.25) + 3(0.25) + 5(0.25) + 12(0.25) = 6.0$$
$$B.D.(A_3) = 8(0.25) + 6(0.25) + 5(0.25) + 15(0.25) = 8.5$$
$$B.D.(A_4) = 3(0.25) + 4(0.25) + 8(0.25) + 1(0.25) = 4.0$$

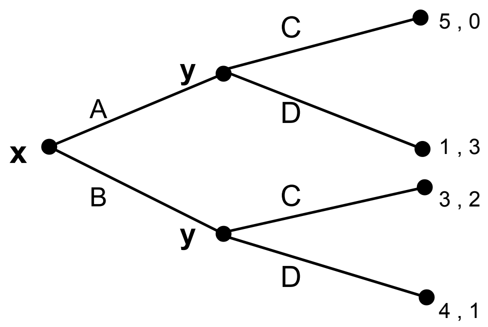
Bu sonuçlara göre oyuncu tarafından en yüksek beklenen değeri veren A_3 stratejisi seçilir.

6. EKSİK BİLGİYE DAYANAN DİNAMİK OYUNLAR

Eksik bilgiye dayanan oyunlar, oyuncuların eşzamanlı karar almadığı ve peşi sıra kararlar verdiği durumlarda da ortaya çıkabilir. Böyle oyunlarda, her ne kadar oyuncular ardışık karar verse de, ikinci olarak karar veren oyuncu, ilk olarak karar veren oyuncunun kararını bilmiyorsa eksik bilgi söz konusudur. Şimdi tam bilgiye dayan bir dinamik oyun ile eksik bilgiye dayanan dinamik bir oyun arasındaki farkı bir örnek yardımı ile inceleyelim:

		Oyuncu y	
		C	*D*
Oyuncu x	*A*	**5 , 0**	**1 , 3**
	B	**3 , 2**	**4 , 1**

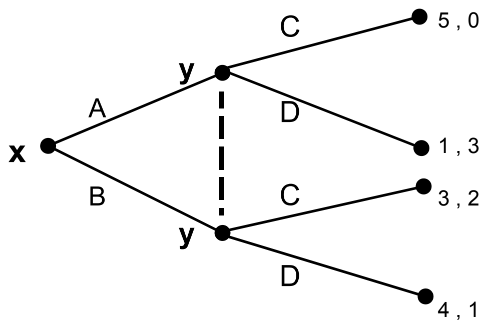
Yukarıdaki kazanç matrisine sahip oyunda, ilk olarak oyuncuların oyun hakkında tam bilgiye sahip olduklarını düşünelim. Yani ilk kararı x oyuncusu versin ve ikinci olarak karar verecek y oyuncusu da bu karar ile ilgili her şeyden haberdar olsun.



Şekil 12 : Tam Bilgiye Sahip Yayvan Biçimli Bir Oyun

Oyuncuların ardışık olarak hareket ettiği bu oyunda, x oyuncusu A stratejisini seçtiği zaman, y oyuncusu da D stratejisini seçecektir çünkü bu durumda y oyuncusu 3 birimlik, x oyuncusu ise 1 birimlik bir kazanç elde edecektir. x oyuncusu eğer B stratejisini seçerse, y oyuncusu C stratejisini seçecektir ve x oyuncusu 3, y oyuncusu 2 birimlik bir kazanç elde edecektir. Bütün bunları bilen rasyonel x oyuncusu, y oyuncusun strateji seçimleri de dikkate alındığında kendisine daha fazla kazanç sağlayan B stratejisini seçer. Bu seçimden sonra strateji seçimi yapan y oyuncusu da C stratejisini seçer ve oyunun sonucu (3,2) eşitliğini veren B ve C strateji seçimleri olur.

Şimdi bu oyunun eksik bilgiye dayanması durumunda, yani y oyuncusunun x oyuncusunun seçimi hakkında bilgiye sahip olmadığı durumda nasıl sonuçlanacağını inceleyelim:



Şekil 13 : Eksik Bilgiye Sahip Yayvan Biçimli Bir Oyun

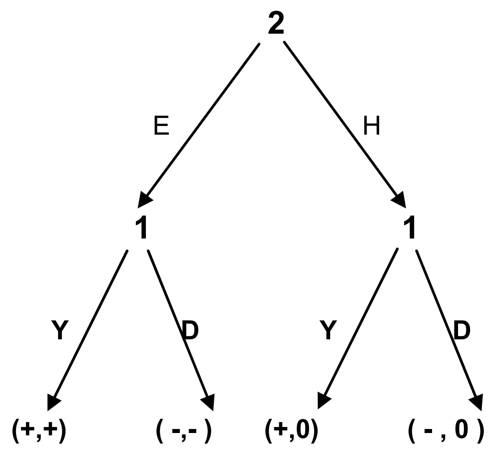
Bu oyunda y oyuncusu, x oyuncusunun seçtiği strateji hakkında bilgi sahibi olmadığı için, farklı senaryolar üreterek stratejisini seçecektir. Mesela y oyuncusu, x oyuncusunun kendisi için en karlı seçeneğe sahip (5 birimlik kazanç) A stratejisini seçmiş olacağını düşünebilir ve kazancını en büyüklemek için(3 birim) D stratejisini seçer. Ancak y oyuncusunun bu türden bir mantık silsilesi yapacağını tahmin eden x oyuncusu B stratejisini seçmiş ise oyunun sonucu (4,1) eşitliğini veren B ve D stratejilerinin seçimi olur.

Görüldüğü gibi oyuncuların eksik bilgiye veya tam bilgiye sahip olmaları oyunlarının sonucunu direkt olarak etkileyebilmektedir.

6.1. Alt Oyun Tam Nash Dengesi

Statik oyunlar için kullanılan Nash Dengesi kavramını, dinamik oyunlar için Alt-Oyun Tam Nash Dengesi olarak kullanırız. Nash Dengesi'nin dinamik oyunlardaki kullanımı genel yapı olarak statik oyunlardaki ile aynıdır. Eğer oyuncular farklı bir strateji seçmek için haklı bir neden görmüyorlarsa, bu durum Nash dengesidir. Aradaki tek fark, dinamik oyunlarda asıl oyunun alt oyunlarına ineriz ve asıl oyunun tüm alt oyunlarında bir strateji kümesine dayanarak yapılan eylemler Nash Dengesine yol açıyorsa, yayvan biçimli oyundaki bu strateji kümesine alt-oyun tam Nash Dengesi ismini veririz.

Örneğin, tütün piyasasında tekelci olarak faaliyet gösteren bir firmayı ve bu piyasaya girmeyi düşünen ikinci bir firmayı ele alalım. 2. firmanın piyasaya giriş kararı karşısında, 1. firma yüksek fiyat (Y) uygulama veya düşük fiyat (D) uygulama kararını verecektir. Şekil 14'te bu oyun gösterilmektedir. Oyunda ilk kararı verecek olan 2.firma, 1 karar noktası 2 tane de eyleme sahiptir. Strateji seçimleri piyasaya giriş (E) ve piyasa dışında kalmaktır (H). 2. firmanın kararından sonra kendi kararını verecek olan 1.firma ise 2 eyleme (Yüksek Fiyat,Düşük Fiyat) sahiptir.



Şekil 14 : Alt Oyun Tam Nash Dengesi Çözümü

Oyunun alt oyun tam Nash Dengesi'ni bulabilmek için, 1. firmanın bütün alt stratejilerini ortaya koymamız gerekir. Böylelikle 1.firmanın strateji sayısı 2'den 4'e yükselir:

$$S_1 = \{(Y,Y),(Y,D),(D,Y)(D,D)\}$$

Bu stratejileri 1.firma açısından şu şekilde yorumlayabiliriz:

(Y,Y) : 2.firma piyasaya girerse de girmezse de yüksek fiyat uygula.
(Y,D) : 2.firma piyasaya girerse yüksek, girmezse düşük fiyat uygula.
(D,Y) : 2.firma piyasaya girerse düşük, girmezse yüksek fiyat uygula
(D,D) : 2.firma piyasaya girerse de girmezse de düşük fiyat uygula.

Şimdi de bütün olası sonuçları bir kazanç matrisinde gösterelim:

		2. Firma	
		E	H
1. Firma	YY	+,+	+, **0**
	YD	+,+	**- , 0**
	DY	**- , -**	+,**0**
	DD	**- , -**	**-** ,**0**

Bu kazanç matrisinde her bir oyuncunun rakibinin strateji seçimi karşısında en iyi tepkisi daire içinde gösterilmiştir. Aynı anda daire içinde olan üç seçim Nash Dengesidir. Bu denge noktalarını E_1, E_2, E_3 olarak adlandıralım.

		1. Firma	2. Firma
E_1	:	**Y,Y**	**E**
E_2	:	**Y,D**	**E**
E_3	:	**D,Y**	**H**

Bu oyunda 3 Nash Dengesi olmasına rağmen , E_2 ve E_3 sorunlu dengelerdir. Bunu yukarıdaki şekle tekrar bakarak görebiliriz. 2.firma piyasaya giriş kararı aldığında, 1. Firma için en iyi alt oyun yüksek fiyat uygulamaktır. Aynı durum 2. firma piyasa dışında kalmaya karar verdiğinde de geçerlidir. Dolayısı ile her iki oyunda da Y stratejisi başattır. Ancak E_2 ve E_3 Nash Dengesi olmakla beraber potansiyel olarak başat-altı oyunları da (düşük fiyat) içermektedir. Bu nedenle oyunun alt oyun Nash Dengesi E_1 denge noktasıdır.

6.2. Sinyal Verme Oyunları

Eksik bilgili oyunlar genel olarak bir oyuncunun diğer oyuncudan daha fazla bilgiye sahip olduğu oyunlardır. Sinyal verme oyunları ise, daha fazla bilgiye sahip olan oyuncunun daha az bilgiye sahip olan oyuncuya sinyaller gönderdiği ve daha az bilgiye sahip olan oyuncunun da gönderilen sinyallerden yardım alarak nasıl bir tavır izlemesi gerektiğini araştırdığı oyunlardır. Bu bakımdan sinyal verme oyunları da eksik bilgiye dayanan bir oyun türüdür.

Sinyaller daha fazla bilgiye sahip olan oyuncunun daha az bilgiye sahip olan oyuncuya bilgi taşımak için kullandığı aksiyonlardır. Örneğin, hakkımızda çok fazla bir bilgiye sahip olmayan bir kişinin güvenini kazanmak istediğimizde, güvenilirliğimizi ile ilgili bilgi sağlayan yaşanmış olayları veya referanslarımızı göstererek sinyaller gönderebiliriz. Sinyaller doğru veya yanlış olabilir. Çünkü bireyler sinyalleri bir strateji olarak kullanabilirler. Örneğin geçmiş veriler ile ilgili yanlış veya yalan sinyaller de gönderilebilir. Bu bir strateji meselesidir. Örneğin 'Hallederiz, Güven Bana' gibi cümlelerle gönderilen sözlü sinyaller daha az güvenilirdir. Bunun yerine bir diploma, bir bilanço gibi onaylı evraklar daha güvenilir sinyallerdir. Şimdi konuyu daha iyi anlayabilmemizi sağlayacak bir örnek çözelim:

<u>Sinyal Verme İle Market Oyunu</u>

Çimento piyasasında tekelci olarak faaliyet gösteren ÇİMTEK firması ile bu piyasada artık ÇİMTEK'in olmaması gerektiğine inanan ve piyasaya girme kararı alan BETONSAN firmalarını ele alalım. ÇİMTEK elbette ki piyasada tek başına faaliyet göstermeye devam etmek isteyecek ve ilk olarak bu yeni firmanın sermaye, teknoloji gibi özellikler bakımından güçlü bir firma mı yoksa zayıf bir firma mı olduğunu öğrenmek isteyecektir. Aldığı bilgiye göre de; ya bu yeni firma ile savaşacak ve piyasa dışında kalmasını sağlayacak ya da firmanın bu piyasaya ikinci bir güç olarak girmesine tepkisiz kalacak ve piyasayı bu yeni firmaya bırakacaktır.

Piyasaya ÇİMTEK'in tek başına hakim olması durumunda 3 birimlik bir kazanca sahip olacağını düşünelim. Aynı şekilde BETONSAN piyasanın tek hakimi olursa 4 birimlik bir kazanca sahip olsun. Ayrıca rekabete girmenin her iki firmanın da kazançlarında 2 birimlik bir kayba neden olacağını farz edelim. Bu bilgilere göre oyun matrisini oluşturalım.

		Çimtek	
		Rekabet et	Tepkisiz Kal
Betonsan	Güçlü	2 , -2	4 , 0
	Zayıf	-2 , 1	2 , 0

BETONSAN'ın kendisini güçlü gösterme veya zayıf gösterme gibi iki stratejisi vardır. Aynı şekilde ÇİMTEK'in de bu yeni firma ile rekabete girme veya rekabete girmeyip piyasayı bu yeni firmaya bırakma gibi iki stratejisi vardır.

w , BETONSAN'ın gerçekten de *zayıf* bir firma olma olasılığı ve *(1-w)* de BETONSAN'ın *güçlü* bir firma olma olasılığı olsun. Herhangi bir sinyal yokluğunda; ÇİMSAN, bu yeni firma ile rekabet ederek elde edeceği beklenen kazancını hesaplamaya çalışacaktır.

$E(B) = (1 - w)(-2) + (w)(1) = -2 + 2w + w = 3w - 2$

ÇİMTEK, bu değeri, geri çekilmesi durumunda elde edeceği 0 değeri ile karşılaştıracaktır. Eğer;

$3w - 2 > 0$ ise, ÇİMTEK BETONSAN ile rekabet edecek,
$3w - 2 < 0$ ise, ÇİMTEK piyasadan çekilecektir.

Bu verilere göre $w > 2/3$ ise, ÇİMTEK için BETONSAN ile rekabete girmek en iyi seçimdir. Bir başka deyişle, BETONSAN'ın zayıf bir firma olasılığı %66'dan yüksekse ÇİMTEK hiç düşünmeden bu firmayı piyasadan çıkarmak için elinden geleni yapacaktır.

Şimdi de BETONSAN'ın gücü ile ilgili bazı sinyaller verdiğini varsayalım. Örneğin, BETONSAN daha önce hiç görülmemiş bir çimento türünün ilk örneklerini piyasaya ücretsiz sunmuş ve bunun için yüksek bir reklam kampanyası başlatmış olsun. Bu, yeni firmanın sermaye ve teknoloji bakımından hiç de fena olmadığına dair bir sinyaldir. Eğer bu yeni ürünü BETONSAN geniş marketlere sunacak kadar üretemeyecekse, ÇIMSAN hemen taklidini yapar ve rakibini kendi silahı ile piyasa dışına atar. Ama eğer, tersi olursa ÇIMTEK piyasa dışında kalır. Bu yüzden Betonsan, bu yeni ürününü piyasaya tam olarak tanıtmak ve tanıtmamak arasında bir seçim yapmak zorunda kalır. Güçsüz bir BETONSAN için bu ürünü piyasaya sunup güçlü taklidi yapmak c maliyetinde iken, güçlü bir BETONSAN için bu ürünü piyasaya sunmanın maliyeti 0'dır .

İşte sinyal verme oyunlarında her iki oyuncunun da kararlarını etkileyen iki önemli etken vardır. Birincisi, sinyal veren oyuncunun bu sinyali verme maliyeti, ikincisi ise daha az bilgiye sahip olan oyuncunun sinyal veren oyuncu ile ilgili tahminleri.

Bu oyun için örneğin, c > 2 olarak kabul edelim. Mesela c =3 olsun.

		Çimtek	
		Rekabet et	Tepkisiz Kal
Betonsan	Güçlü	**(2-0) , -2**	**(4-0) , 0**
	Zayıf	**(-2-3) , 1**	**(2-3) , 0**

BETONSAN gerçekte de güçlü bir firma olduğunda, ürettiği farklı bir ürünü piyasaya sunup güç gösterisi yapmanın maliyeti 0 idi. Ancak güçsüz bir firma olduğunda böyle bir gövde gösterisi yapmanın maliyeti c idi. Örneğimizde c=3 olarak aldığımızda rahatlıkla görebiliriz ki, zayıf bir Betonsan'ın bu tür bir gövde gösterisi yapıp rakibini yanıltma ihtimali yoktur. Çünkü böyle bir gövde gösterisi, güçsüz bir BETONSAN için her zaman negatif sonuçlar doğurmaktadır. Buna göre, güçlü bir BETONSAN ürününü piyasaya sunar ve sinyal verir, güçsüz bir BETONSAN ise yanıltıcı sinyal vermeye gerek duymaz. Çünkü rakibi yanılıp piyasayı ona bıraksa bile zarar edecektir. Bu sonuca göre de c>2 olduğunda, BETONSAN ürününü piyasaya sunar ise, ÇIMSAN, BETONSAN'ın güçlü olduğunu anlayabilir ve geri çekilebilir. Çünkü ÇIMTEK de c>2 olduğunu bilmektedir.

Şimdi de c < 2 ve w < ⅔ olduğunu varsayalım . Mesela c=1 ve w=1/2 olsun.

		Çimtek	
		Rekabet et	Tepkisiz Kal
Betonsan	Güçlü	**(2-0) , -2**	**(4-0) , 0**
	Zayıf	**(-2-1) , 1**	**(2-1) , 0**

Böyle bir durumda ilk olarak ÇIMTEK'in rekabet etmesi durumunda beklenen kazancını bulalım.

$$E(B) = 3w - 2 = 3(\frac{1}{2}) - 2 = -\frac{1}{2}$$

BETONSAN'ın güçlü bir firma olasılığı ½ olduğu zaman, ÇIMTEK için rekabet etmeyip piyasayı BETONSAN'a bırakmak daha karlı gözüktüğü için ÇIMTEK rekabet etmeme eğiliminde olacaktır. Bunun yanında c=1 olduğu için hem güçlü hem de zayıf bir BETONSAN ürününü piyasaya sunar. Çünkü, böyle bir durumda güçsüz bir BETONSAN bile; bu yanıltıcı sinyal sayesinde ÇIMTEK'in geri çekilmesini sağlar. Örneğin BETONSAN'ın zayıf bir firma olmasına rağmen bu sinyali vererek güç gösterisi yaptığını farzedelim. Normalde rekabet etmesi durumunda kazançlı çıkacak olan ÇIMTEK, beklenen kazancının düşüklüğü nedeni ile geri çekilme eğilimindedir ve bu yanıltıcı sinyali de alınca piyasadan çekilir.

<u>Şimdi de c<2 ve w > ⅔ olduğunu varsayalım. Örneğin c=1 ve w = ¾ olsun.</u>

		Çimtek	
		Rekabet et	Tepkisiz Kal
Betonsan	Güçlü	**(2-0) , -2**	**(4-0) , 0**
	Zayıf	**(-2-1) , 1**	**(2-1) , 0**

BETONSAN'ın zayıf bir firma olasılığı 0.75 olduğunda ÇIMTEK'in rekabet durumunda beklediği kazancı hesaplayalım.

$$E(B) = 3w - 2 = 3(\frac{3}{4}) - 2 = \frac{1}{4}$$

BETONSAN'ın zayıf bir firma olma olasılığı ¾ olduğu durumda, ÇIMTEK için bu fima ile rakabete girmek daha kazançlıdır. Böyle bir durumda ÇIMTEK rekabete girmeyi tercih edecektir. Öte yandan BETONSAN, ÇIMTEK'in bu şekilde hareket edeceğini tahmin ettiği için, eğer gerçekten güçlü ise ürününü piyasaya sunacaktır. Aksi durumuda zayıf bir firma iken güçlü olduğuna dair sinyal göndermesi oyunun sonucunda ona 3 birimlik bir kayba malolacaktır.

Bu örnekleri daha da çoğaltabiliriz. Çünkü sinyal verme oyunlarında yukarıda anlattığımız gibi farklı değerler karşısında farklı senaryolar üretilebilir ve oyuncular da her zaman bu değerlere göre farklı stratejiler ile hareket ederler.

7. OYUN TEORİSİ VE KARAR TEORİSİ: FARK NEDİR?

Oyun Teorisi bir bakıma Karar Teorisi'nin genelleştirilmesi olarak düşünülebilir. Oyun Teorisi'nde birden fazla kişinin birbirlerini etkileyen kararları incelenirken, Karar Teorisi'nde kişilerin ayrı ayrı kararları incelenir. Hatta Karar Teorisi'nde de oyunculardan birinin doğa olduğunu düşünürsek iki oyunculu bir oyun benzetmesi yapabiliriz. Ancak Karar Teorisi ve Oyun Teorisi arasında önemli bir fark vardır. Herhangi bir karar probleminde sadece doğanın göstereceği tepkimeler belirsizdir ve birey bu tepkimeler hakkında modelin dışından gelen inançlarına dayanarak bazı olasılıklara sahip olabilir. Oyun Teorisi'nde ise, oyuncuların rakipleri hakkındaki kararları model içinde tayin edilir yani stratejik belirsizlik vardır. Oyun Teorisi'nin zorluğu da bu noktada ortaya çıkar. Genellikle oyuncuların strateji seçimleri birbirine bağlıdır ve oyuncular birbirlerinin hangi stratejiyi seçeceğini oyun öncesinde tahmin edemezler veya gözlemleyemezler.

Ayrıca karar problemlerinde tek bir karar verici bulunduğundan, amaç fonksiyonunun değeri, yalnızca bu karar vericinin kararına bağlı kalarak değerlendirilir. Uygulamada birden çok karar vericinin bulunduğu karar problemleriyle karşılaşmak daha olağandır. Esas amacı birbirine rakip olan ve çıkarları çatışan tarafların akılcı davranış kurallarının belirlenmesi olan oyun teorisi, bu tür karar ortamlarını açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır.[37]

Karar Teorisi ile Oyun Teorisi arasındaki farkı anlayabilmek için daha önceki örneklerimize benzer bir örnek daha yapalım. Bir kasabada bir tane kuru temizlemeci olduğunu ve bir girişimcinin yeni bir kuru temizleme dükkanı açıp açmama konusunda karar vermeye çalıştığını varsayalım. Bu iki firmayı Yeni Kuru Temizlemeci ve Eski Kuru Temizlemeci olarak adlandıralım. Yeni firma piyasaya

---

[37] Nalan Cinemre, **Yöneylem Araştırması,** Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1997, s.287.

girdiğinde eski firmanın ne tür bir tepki vereceği konusunda, fiyatlarda bir değişiklik yapıp yapmayacağı konusunda ve bu piyasada bir durgunluk olup olmayacağı konusunda kararsızdır. Eski firma herhangi bir fiyat savaşına girip fiyatları düşürse bile bundan pek de fazla etkilenmeyecek kadar güçlü bir firmadır. Yeni firma piyasaya düşük fiyatlarla girip bir fiyat rekabeti başlatıp başlatmamaya, kaç tane eleman alacağına vs. kendisi karar vermek zorundadır.

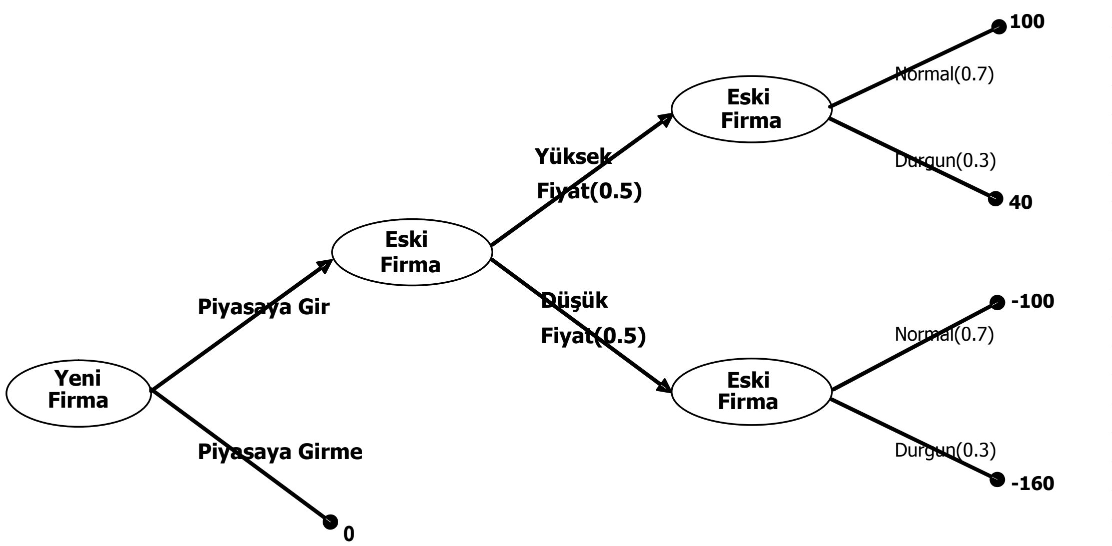
Bu oyunda yeni ve eski firmalar oyunculardır. Müşteriler gibi sadece fiyat tepkimelerine karşılık verenler pasif bireylerdir ve oyuncu değil sadece çevresel parametrelerdir. Doğa ise belirli noktalarda belirli olasılıklarla hareket eden sözde (pseudo player) oyuncudur.[38] Bu oyunda doğanın etkisini yani ekonomide bir durgunluk olacağı ihtimalini 0,3 olarak alalım. İlk olarak yeni firmanın fiyat savaşına girmeyeceğini, çünkü eski firmanın bu strateji ile çok rahat baş edebileceğini söyleyebiliriz. O yüzden bu seçeneği eleyebiliriz. Zaten yeni firmamızın genel olarak iki stratejisi vardır ve strateji seti şu şekilde yazılabilir. {Piyasaya gir, Piyasaya Girme}. Eski firmanın da strateji setini şu şekilde fiyata endeksleyip basitleştirelim. (Düşük Fiyat, Yüksek Fiyat}. Farklı ekonomik durumlara göre beklenen kazançlar aşağıdaki gibi olsun:

Normal Ekonomi				
			Eski firma	
			Düşük fiyat	Yüksek Fiyat
	Yeni Firma	Gir	**-100, -50**	**100, 100**
		Girme	**0 , 50**	**0, 300**
Durgun Ekonomi				
			Eski Firma	
			Düşük fiyat	Yüksek Fiyat
	Yeni Firma	Gir	**-160, -110**	**40, 40**
		Girme	**0, -10**	**0, 240**

[38] Eric Rasmusen, **Games and Information, An Introduction to Game Theory**, Blackwell Publishing, (Fourth Edition,2007) (p.13-16)

Gerçek hayatta bir modelleme yaparken, beklenen kazanç değerlerini bulmak modellemenin en zor bölümüdür. Bu oyunda normal ekonomide beklenen rakamları yukarıdaki gibi hayal ettik ve ekonomideki bir durgunluk halinde kazançların USD_60.000 düşeceğini hayal ettik. Aynı zamanda firmaların da bu piyasadaki rakamlardan haberdar olduğunu yani birbirlerinin olası durumlardaki kazançlarını bildiklerini varsayalım. Örneğin, eski firma, yüksek fiyat politikası uyguladığında, yeni firmanın ne elde edeceğini tamamen bilsin. Ancak firmalar durgunluk hakkında ne bilebilir? Eğer firmaların ikisi de doğanın hareketini bilirlerse, doğanın hareketini yeni firmadan önce; eğer sadece eski firma doğa hakkında bilgiye sahipse, doğanın hareketini yeni firmanın hareketinden sonra; eğer firmaların hiçbiri doğanın hakkında bilgiye sahip değilse, doğanın hareketini oyunun sonunda modelleriz. Şimdilik son durumu uygulayalım. Oyunun sırasını yazalım:

Yeni firma kararını verir
Eski Firma kararını verir.
Doğa ekonomiyi, 0,3 durgunluk ve 0,7 normal olarak belirler.



Bir oyunun sonucunu bulmak, modelleyicinin hangi değişkenleri ilginç bulduğu ile yakından ilgilidir. Şekildeki oyun ağacı yeni firma için bütün olası durumları, bunların sonuçlarını temsil etmektedir. Oyun Ağacını çizdikten sonra beklenen kazancı maksimum yapan çözümü de bulabiliriz.

Yeni firmanın piyasaya girmeye karar verdiğini farz edelim. Eğer eski oyuncu yüksek fiyat uygulamayı seçerse, yeni firmanın beklenen kazancı,

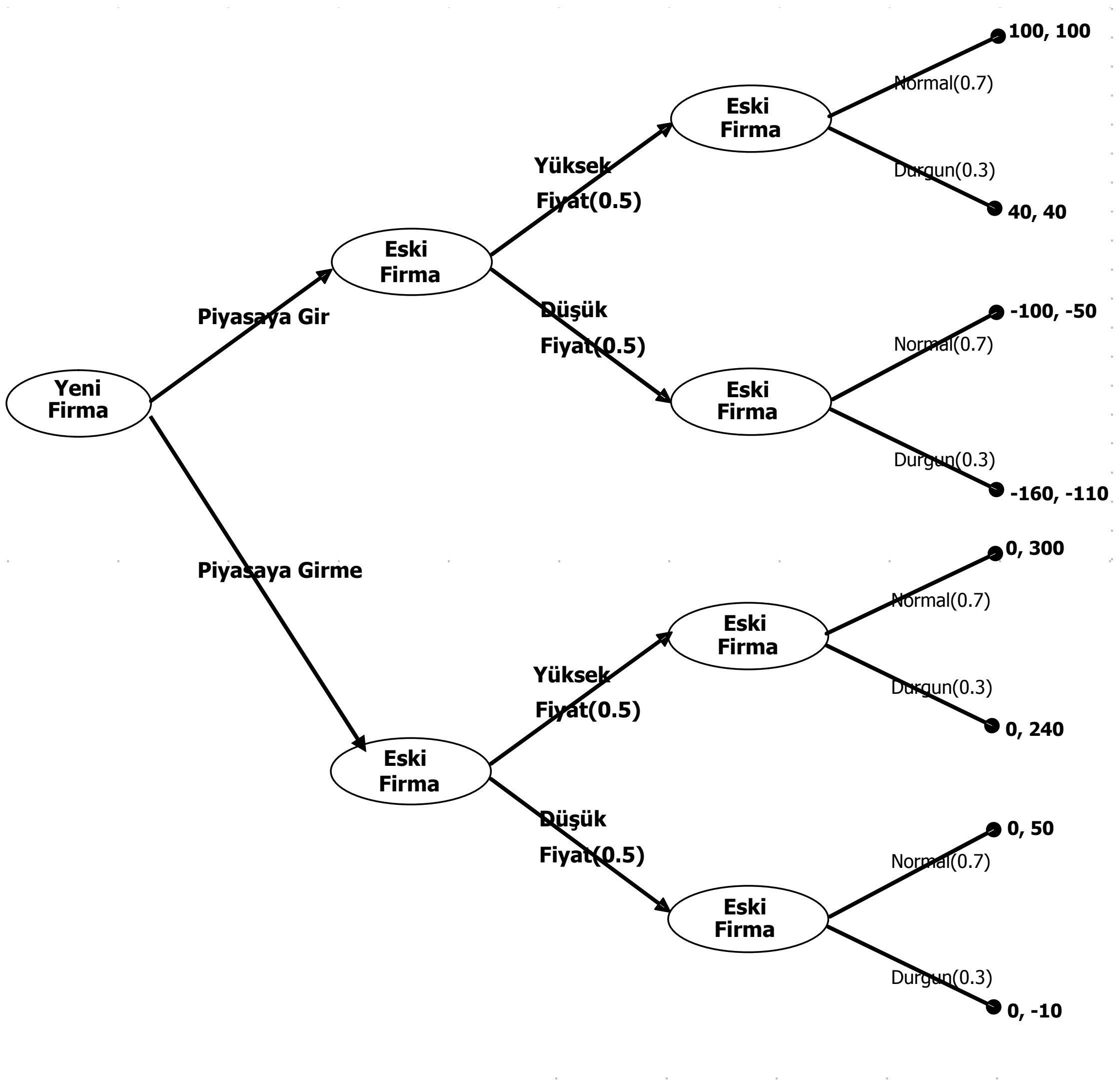
$$E(B)_{Yeni\ \ Firma} = (0.7 * 100) + (0.3) * 40 = 82\,,$$

eğer eski firma düşük fiyat uygulamayı seçerse, yeni firmanın beklenen kazancı,

$$E(B)_{Yeni\ \ Firma} = [0.7 * (-100)] + [(0.3) * (-160)] = -118\,,$$

olarak bulunur. Eski firmanın fiyat politikasının 0,50 olasılıkla değiştiğini düşünürsek, yeni firmanın beklenen kazancının -18 olduğunu görürüz. Bu sonuca göre yeni firma için piyasaya girme seçeneği, 0 birim kazançtan daha kötü olduğu için yeni firma piyasa dışında kalmalıdır diyebiliriz.

Ancak bu yanlış bir sonuçtur. Çünkü bu bir oyundur ve bir karar problemi değildir. Bu sonuca sadece eski firmanın 0,50 olasılıklarla düşük ve yüksek fiyat politikası uygulayacağını varsayarak ulaştık. Oysa, eski firmanın da kendi kazancını maksimum etmek için yapacaklarını düşünürsek daha farklı bir sonuca ulaşırız. Bunun için ilk olarak oyunun akışını bir karar ağacı ile değil bir oyun ağacı ile tanımlayalım.



Yukarıdaki şekil eski firmanın da bütün olası hareketlerini ve kazançlarını gösteren bir oyun ağacıdır. Oyunda şimdi bütün firmaların olası hareketlerini hesaba katmalıyız. Şimdi tekrar yeni firmanın piyasaya girdiğini farz edelim. Eğer eski firma yüksek fiyat politikası uygulamayı seçerse, eski firmanın beklenen kazancı;

$E(B)_{Eski\ Firma} = (0.7 * 100) + (0.3) * 40 = 82$ olur.

Eğer eski firma düşük fiyat politikası uygularsa, beklenen kazancı;

$E(B)_{Eski\ Firma} = [0.7 * (-50)] + [0.3 * (-110)] = -68$ olur. Bu yüzden eski firma %50 olasılıkla değil %100 olasılıkla yüksek fiyatı seçecektir. Yeni firma bunu bilerek piyasaya girişten 82 birimlik bir kazanç bekleyebilir.

Şimdi de yeni firmanın piyasaya girmediğini farz edelim. Bu durumda eğer eski firma yüksek fiyat politikası uygularsa, beklenen kazancı;

$E(B)_{Eski\ \ Firma} = (0.7 * 300) + (0.3) * 240 = 282$ olur.

Eğer eski firma düşük fiyat politikası uygulamayı seçerse, beklenen kazancı;

$E(B)_{Eski\ \ Firma} = [0.7 * (50)] + [0.3 * (-10)] = 30$ olur.

Bu sonuca göre, eski firma, yeni firmanın piyasaya girmemesi durumunda da yüksek fiyat politikası uygulayacaktır. Böylelikle piyasaya girmediği durumda kazanç elde etmeyen yeni firma, piyasaya girişinde eski firma fiyat indirimine gitmeyeceği için 82 birimlik bir kazanç elde edecektir. Bu yüzden karar ağacını kullandığımızda piyasadan uzak kalması gerektiğini söylediğimiz yeni firma, oyun teorisinin kullanımı ile piyasaya girmelidir diyebiliriz.

8. İŞBİRLİKÇİ OYUNLAR

Oyunlar her zaman iki oyuncu arasında oynanmaz. Bazen oyun organize olmuş gruplar arasında da oynanır. Örneğin, ilk okul zamanlarımızda oynadığımız "Deve-Cüce" oyunu veya futbol, voleybol gibi spor oyunları hepsi birer grup oyunudur. Bu tür oyunları işbirlikçi oyunlar olarak adlandırırız. İşbirlikçi oyunların dayandığı bazı varsayımlara göz atalım:

1. Eğer A ve B, iki faklı grup ise, ikisinin yeni bir koalisyon kurması durumundaki kazançları, kazançlarının tek tek toplamından küçük olamaz.

$$v(A \cup B) \geq v(A) + v(B)$$

2. Daha büyük koalisyonlar daha çok kazanırlar.

$$A \subseteq B \Rightarrow v(A) \leq v(B)$$

İşbirlikçi bir oyun oluşturmak için ilk olarak grupların oluşturulması gerekmektedir. Bu grupları oluştururken ise dikkat edilecek nokta, hiçbir oyuncunun hiçbir kazanç elde etmeden gruba katılmayacağıdır. Bu yüzden gruplar oluşturulurken, farklı gruplar oluşturulup oyuncuların beklenen kazançları ve grupların birbirlerine göre gücü karşılaştırılır.

Shapley Değeri

İşbirlikçi oyunlarda gruplar oluşturulduktan sonra diğer önemli bir sorun ise kazanan grubun kazancının, grubu oluşturan bireyler arasında nasıl adil bir şekilde dağıtılacağıdır. Oyun Teorisi'nde Shapley Değeri, bu adil dağılımı sağlamak için geliştirilen yaklaşımlardan biridir. İlk olarak Lloyd Shapley tarafından 1953 yılında önerilmiştir. Bir koalisyonun oyuncuları işbirliği yapar ve bunun sonucunda belirli bir kazanç elde ederler. Bazı oyuncular, diğerlerinden çok daha fazla katkıda bulunduğu için, kazanç adil bir şekilde nasıl dağıtılacaktır? Yani her oyuncunun oyunun kazanılmasındaki payı ne kadardır ve her oyuncu, oyunun sonucunda ne kadar kazanç bekleyebilir?

Kazanç fonksiyonu v ile gösterildiğinde, i. oyuncunun alacağı kazancı bulmak için Shapley şu formülü geliştirmiştir:

$$\phi_i(v) = \sum_{S \subseteq N / i} \frac{|S|!(n-|S|-1)!}{n!}(v(S \cup \{i\}) - v(S))$$ [39]

Burada n toplam oyuncu sayısını, S bütün alt setleri göstermektedir.

$\frac{|S|!(n-|S|-1)!}{n!}$, koalisyonun oluşturulabileceği bütün alt seçenekleri bulmamızı sağlar.

[39] Lloyd S. Shapley. ***A Value for n-person Games*. In *Contributions to the Theory of Games*,** volume II, by H.W. Kuhn and A.W. Tucker, editors. *Annals of Mathematical Studies* v. 28, pp. 307-317. Princeton University Press

$(v(S \cup \{i\}) - v(S)$ ise, i. oyuncunun oyunun kazanılmasındaki payını bulmamızı sağlar.

Örnek olarak, bir iş yerindeki patron ve işçileri ele alalım. Bir işin yapılmasında belki de en az emek patrona aittir. Ancak, patron koyduğu sermaye ile en büyük katkıyı yapmıştır. Çünkü sermaye olmadan hiçbir şey kazanılamayacaktır. Patronu b, işçileri de $w_1, w_2, ..., w_k$ ile gösterelim. Her işçinin toplam kazanca katkısı da p kadar olsun. Bu sonuçlara göre,

$$N = (b, w_1, w_2, ..., w_k)$$
$$v(S) = kp$$

eşitliklerini elde ederiz.

Bu oyunun Shapley Değerini hesapladığımızda işçiler kazancını p/2 ve patronun kazancının da kp/2 olarak buluruz.

9. GERÇEK OYUNLAR

9.1. Doğal Tekellerin Oluşması

Daha önce de bahsettiğimiz gibi gerçek hayatta sıfır toplamlı oyunlara rastlamak daha zordur. Sıfır toplamlı olmayan oyunlarda oyunculara yapılan ödemelerin toplamı sıfırdan farklı bir değerdir. Diğer bir deyişle her iki tarafta izledikleri strateji nedeniyle zarar edebilir, kazanç sağlayabilir veya biri kazanırken diğeri kaybedebilir. Bu nedenle oyuncular kayıplarını minimum ve kazançlarını maksimum yapmak amacı ile aralarında bir kartel oluşturabilirler.

Ayrıca firmaların bir araya gelerek karteller oluşturması yanında kimi sektörlerde de doğal tekeller oluşur. Servisin veya ürünün üretim maliyetlerinin sadece çok fazla miktarlarda ürün veya servis üretildiğinde, yani pazarın hepsine sahip olunduğunda optimum noktaya geldiği sektörlerde doğal tekel oluşur. Yani bir firmanın ekonomik kar elde etmesi için piyasanın çok büyük bir bölümüne sahip olması gerekir. Piyasa fiyatı hem talep hem de maliyet düzeyine bağlıdır.Yüzyılın başında telekomünikasyon hizmetleri, enerji hizmetleri, belki bir noktada ulaşım hizmetleri doğal tekele birer örnektir.

Doğal tekeli daha iyi anlayabilmek için iki firmalı bir modeli ele alalım ve bu iki firmanın ürün farklılaştırmasına gitmeyi planladığını ve o ürün için bir doğal tekel oluşturmayı planladıklarını varsayalım. Şimdi bu durumda iki firma için de ikişer strateji vardır: Ya bu yeni ürünü üreteceklerdir ya da üretmeyeceklerdir. Eğer her iki firma da bu ürünü üretirse, doğal tekel oluşamayacağı için ikisinin de kazançları maliyetlerini karşılamayacaktır ve zarar edeceklerdir. Eğer bir firma bu ürünü üretip diğer firma üretmezse, ürünü üreten firma yeni bir kazanç kapısı bulup doğal tekele ulaşacak ve kar elde edecektir, ürünü üretmeyen firmanın durumunda ise herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Son olarak iki firma da ürünü üretmemeye karar verirse, doğal olarak ikisinin de durumunda herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Şimdi bu anlattıklarımızı oyun matrisi üzerinde gösterelim ve bu oyunu çözmeye çalışalım:

		B	
		Üret	Üretme
A	Üret	**-L, -L**	**W, 0**
	Üretme	**0, W**	**0, 0**

Oyunda ilk olarak başat stratejisi olup olmadığına bakılırsa, her iki firmanın da üstün bir stratejisi olmadığını görürüz. Nash dengesinin olup olmadığını incelediğimizde ise, her iki firma için de birer tam strateji Nash eşitliği olduğunu görürüz: (Üretme,Üret) ve (Üret,Üretme). Bunun dışında oyunda bir de karma strateji eşitliği vardır. Bunu belirleyebilmek için beklenen kazanç fonksiyonlarını yazalım:

$$E(\Pi_1) = -Lpq + Wp(1-q)$$
$$E(\Pi_2) = -Lqp + Wq(1-p)$$

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{\partial p} = -Lq + W - Wq = 0 \qquad q = \frac{W}{W+L}$$

$$\frac{\partial E(\Pi_2)}{\partial q} = -Lp + W - Wp = 0 \qquad p = \frac{W}{W+L}$$

$$E(\Pi_1) = 0 \qquad E(\Pi_2) = 0$$

Bu sonucun anlamı şudur: Eğer bu malın üretimi yüksek karlar ya da düşük zararlar nedeni ile çok cazipse firmaların bu malı üretme olasılığı artar. Ancak firmaların giriş olasılığının artması, her iki firma için de giriş cazibesini azaltacağı için karlar sıfırlanır.

9.2. Duopol Piyasalar

Tekel piyasalar ile ilgili birkaç şey söyledikten sonra şimdi de sadece iki firmanın piyasada faaliyet gösterdiği duopol piyasalarda denge durumlarını inceleyelim:

9.2.1. Cournot Duopol Modeli

Cournot Duopol Modeli'nde bir firmanın stratejisi çıktı miktarıdır. Örneğin, iki oyuncunun $(n = 2)$ bulunduğu ve q_1, I. firmanın üretim düzeyini; q_2, II. firmanın üretim düzeyini göstermek üzere stratejilerin üretilen miktarlar olduğu (üretimin satışlara eşit olduğu ve stok bulunmadığı varsayımı altında oluşan) bir model ele alalım. Bu durum işbirliğine dayanmayan Nash dengesi görünümündedir.

Pazar (ters) talep fonksiyonu aşağıdaki gibi varsayılabilir:

(1.1) $p = \alpha - (q_1 + q_2)$ [40]

Denklemde α rastlantısal kesişim değeri, p ise iki duopolistin ürettiği homojen malın pazar fiyatıdır ve fiyat doğrusal olarak toplam üretime $(q_1 + q_2)$ bağlıdır. Maliyetlerin sıfır olarak kabul edildiği basitleştirilmiş bir varsayımla, oyuncuların gelir fonksiyonları;

$$\Pi_1 = [\alpha - (q_1 + q_2)]\, q_1$$
$$\Pi_2 = [\alpha - (q_1 + q_2)]\, q_2$$

değerlerine eşittir. İşbirliğine dayanmayan Nash dengesini bulmak için yapılması gereken q_1 ve q_2'ye göre bu gelirlerin aynı anda maksimize edilmesidir, bu durumda iki denklemli sistemin çözümü:

(1.2)
$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial q_1} = \alpha - 2q_1 - q_2 = 0$$
$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial q_2} = \alpha - 2q_2 - q_1 = 0$$

şeklini alır. Yukarıdaki eşitlikler q_1 ve q_2 için çözüldüklerinde $q_1 = \alpha / 3$ ve $q_2 = \alpha / 3$ değerleri elde edilir. Bu sonuç oyunun Cournot çözümüdür. Birinci eşitlikte q_1, q_2'nin bir fonksiyonu olarak yazıldığında elde edilecek denklem, birinci firmanın "reaksiyon fonksiyonu" olacaktır. Aynı şekilde, ikinci eşitlikte q_2, q_1 cinsinden ifade edildiğinde çıkan denklem, ikinci firmanın reaksiyon fonksiyonu olacaktır. Bu basit örnekte, denge miktarlarını (stratejileri) hesaplayabilmek için talep fonksiyonunu (1.1) bilmek yeterlidir. Bu miktarlar talep fonksiyonunda yerine

---

[40] Pazar talep fonksiyonu $(q_1 + q_2) = \alpha - bp$ olduğu varsayılmıştır. Bu eşitlik, toplam satışların $(q_1 + q_2)$ pazar fiyatı p'nin (doğrusal) fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Burada fiyatı toplam satışların bir fonksiyonu cinsinden yazmanın amacı, satılan miktarların stratejiler olması ve böylece pazar fiyatının miktarlar tarafından tayin edilmesidir.

konulduğunda işbirliğine dayanmayan Nash denge fiyatı bulunur. Denge; α kesişim değeri tam olarak bilindiği takdirde $q_1 = q_2 = \alpha / 3$ noktasında olacaktır.

9.2.2. Bertrand Duopol Modeli

Cournot Duopol Modeli firmanın stratejilerini, üretim miktarları üzerine oturtmaktaydı. Cournot'un makalesinden 45 yıl sonra Joseph Bertrand aksak rekabet nedeniyle firmaların üretim miktarlarını belirlemek yerine fiyat stratejisini kullanacaklarını söylemiştir. Bertrand'ın bu yaklaşımı piyasa dengesi üzerinde Cournot'a göre önemli bir farklılık yaratmaktadır. Bertrand da Cournot gibi malları homojen olarak kabul etmiştir. Ancak Cournot'tan farklı olarak firmaların fiyat farklılaştırmasına gittiğini söylemiştir. Bu durumda mallar homojen olduğu için tüketiciler ucuz olan malı seçecekler, fiyatı yüksek olan mala talep olmayacaktır. Bertrand Modeli'nde firmaların kazanç fonksiyonlarını yazabilmek için ilk olarak piyasa fiyatı üzerinde çalışmamız gerekmektedir. Bu yüzden işe ilk olarak fiyat değişkenini tanımlayarak başlayalım:

Piyasa fiyatı $p = \min(p_1, p_2)$

Piyasa Talep Fonksiyonu $Q = p(Q)$

Bireysel firma için talep fonksiyonu üç olasılığa sahiptir: Örneğin i. firma için bu üç olasılığı yazalım:

$$p_i < p_j \qquad \longrightarrow q_i = Q(p)$$

$$p_i = p_j \qquad \longrightarrow q_i = \frac{Q(p)}{2}$$

$$p_i > p_j \qquad \longrightarrow q_i = 0$$

Her iki firmanın da aynı marjinal maliyetle(c) çalıştığını varsayalım. i. firmanın kar fonksiyonu ;

$$p_i < p_j \qquad \longrightarrow \Pi_i = p_i Q(p_i) - Q(c_i)$$

$$p_i = p_j \qquad \longrightarrow \Pi_i = \frac{1}{2}\left[p_i Q(p_i) - Q(c_i)\right]$$

$$p_i > p_j \qquad \longrightarrow \Pi_i = 0$$

olarak yazılabilir. Kar fonksiyonu sürekli biçimde olmadığından en iyi tepki fonksiyonunu türev yolu ile bulamayız. Bu yüzden Nash Dengesini tüm olası sonuç uzayı içinde arayacağız. Potansiyel denge her iki firmanın da tüm olası pozitif fiyat bileşimlerini içerir. Uygulanacak fiyat tekelci fiyattan(p_m) büyük, marjinal maliyetten (c) küçük olamaz.

Her iki firmanın da fiyatları eşitse, herhangi bir firma çok küçük bir fiyat indirimi ile piyasanın tamamını ele geçirebilir ve karını iki katına çıkarabilir. Fiyatlar eşit değilse, yüksek fiyatlı firma fiyatını, düşük fiyatlı firma fiyatının biraz altına çeker ve sıfır kardan pozitif kara geçebilir. Bu nedenle pozitif kar Nash dengesi için gereken koşulu sağlamaz.

Denge, her iki firmanın da sıfır kar etmesini gerektirmektedir. Yani düşük fiyat uygulayan firma, marjinal maliyete eşit bir fiyatlama yapmalıdır. Yüksek fiyat uygulayan firma marjinal maliyetten yüksek bir fiyatlama yapmış olsa bile, düşük fiyatlı firmanın malına talep olacağından fiyatını düşük fiyatlı firma fiyatına kadar kırmak zorundadır. Bu nedenle Nash Dengesi olmaya aday tek olası durum şudur:

$$p_1^* = c^* \qquad \Pi_1^* = \Pi_1^* = 0$$

Bunun bir denge olduğunu görebilmek için, bir firma fiyatını düşürdüğünde negatif kar elde edeceğini, fiyatını yükselttiğinde de sıfır düzeyinde kalacağına dikkat edelim. Hatırlanacağı gibi Nash Dengesi, dengedeki stratejiden daha yüksek bir kazanç sağlayan strateji çiftinin olmamasını gerektirmektedir. Firmalar ancak hiç kar etmemektense duopolden tekele geçerek kar elde etmek isterler ve duopol piyasalarda karteller de bu şekilde doğar.

9.3. Toplumsal Düzenin Oluşturulması İçin Siyasal İktidarın Önemi

Oyun Teorisi iktisadın yanında kamu yönetimi alanında da yer bulmuş bir alandır. Kamu tercihi disiplininin kurucusu olarak kabul edilen James M. Buchanan, anarşide kaynaklar üzerinde çatışan haklar nedeniyle, insanların diğerlerinin haklarına saldıracağına ve diğerlerinin de haklarını korumak için savunmaya geçeceğine inanmaktadır. Toplumda herkes birbirleri ile savaşa ve çatışmaya girince sonuç olarak yaşamlar kaba, kısa ve tatsız olacaktır. Buchanan, bireylerin anarşiden vazgeçmeleri ve birbirlerinin mülkiyet haklarına saygı duymaları halinde, daha yüksek bir toplumsal refaha ulaşacaklarına inanmaktadır. Buchanan'a göre, anarşi maksimum kişisel özgürlüğe izin verdiği halde devlet, kişilerin daha yüksek refah düzeyine ulaşmaları açısından gereklidir. Buchanan, insanların neden sosyal devlet kavramını kabul ettiklerini anlatmaya çalışmıştır. Buchanan'ın anarşi modelinde bireylerin birbirlerinin mülkiyet haklarına saygı duymaları ile güdüleri bulunmaktadır . Buna göre de Buchanan bir oyun matrisi oluşturmuştur. [41]

	Saygı Göster	Saygı Gösterme
Saygı Göster	**19, 7**	**3, 11**
Saygı Gösterme	**22, 1**	**9, 2**

Oyun matrisine baktığımız zaman ilk dikkatimizi çeken nokta her iki oyuncu için de "mülkiyet hakkına saygı gösterme" stratejileri dominant stratejidir. Dolayısı ile oyunun dominant strateji eşitliği oyuncuların birbirlerinin haklarına saygı göstermedikleri durumdur ve çatışmadır. Bu nedenle bu durumu düzeltmek için daha üstün bir güç, devlet gereklidir.

---

[41] Powell,B. (2005) , **"Public Choice and Leviathan",** pp.88,89, in Anarchy , State and Public Choice, Edward Elgar Publishing Ltd

Toplumsal düzenin sağlanması açısından devletin genel kuralları oluşturmasının gerekliği ve önemini anlatan bir başka örnek verelim.

İki kişiden oluşan bir toplumda, I. kişi buğday üretmekte; II. Kişi ise sığır yetiştirmektedir. İki kişili bu toplumda I. kişi sığır ihtiyacını II. kişiden, II. Kişi ise buğday ihtiyacını I. kişiden karşılamaktadır. Her iki birey için de iki seçenek vardır. Ya ihtiyacın olan malı mübadele yolu ile al ya da ihtiyacın olan malı çal. Matrise göre en iyi durum her iki bireyin de ihitiyaçlarını çalarak karşıladığı durumdur.[42]

	Mübadele Et	Hırsızlık Yap
Mübadele Et	**10, 6**	**6, 9**
Hırsızlık Yap	**10, 3**	**7, 5**

Her iki oyuncunun da üstün stratejisi çalma seçeneğidir. Oysa bu insanların, toplumsal refahını yükseltecek kurallar ile mübadeleye yönlendirilmeleri gereklidir. Çünkü, hırsızlık yapmak hem bireyler arasında çatışmalara neden olacak hem de ekstra kaynak maliyetine sabep olacak ve üretimi düşürecektir.

Devletin ve toplumsal kuralların gerekliliğine bir başka örnek verelim. Aralarında sadece bir köprü olan iki tane platforma iki trenin aynı anda geleceklerini düşünelim. Bu trenlerin birinde A kişisi birinde de B kişisi olsun. A hiç beklemeden platformdan indiğinde köprüden geçip diğer tarafta B'nin içinde bulunduğu trene aktarma yapmak istiyor olsun. Aynı şekilde B de A'nın ineceği trene aktarma yapmak istesin. Ancak köprü bu iki kişinin köprünün farklı taraflarını kullanmaları şartı ile geniş sayılabilir. Köprünün aynı tarafından iki kişinin geçmesi ise imkansızdır. Bu durumu oyun matrisi yardımı ile gösterelim.

[42] Mueller, D. (1976) **"Public Choice: A Survey", Journal of Economic Literature** , Vol 14 Issue 2, June, 397.Cambridge , Cambridge University Press

	Sağ	Sol
Sağ	**10, 10**	**0, 0**
Sol	**0, 0**	**10, 10**

Bu oyunda her iki oyuncunun da dominant stratejisi yoktur. Her iki oyuncu da rakibini kararını veri alır. Yani A, B sağı seçerse sağı, solu seçerse solu seçer. Bu oyunda iki tane Nash Dengesi çözümü vardır. Oyun Teorisi'nin hakim paradigması, Nash dengelerinin çokluğu durumunda oyuncuların dengeye ulaşabilmeleri için bir eşgüdümlemeye ihtiyaç olduğunu öne sürer. Dolayısı ile oyuncular arasında eşgüdümleme olmadığı zaman arzu edilen sonuçlara ulaşılamayabilir. Burada platformun her iki yanına da konulacak "Platformun Sağından Geçiniz" gibi bir uyarı levhası bu eşgüdümlemeyi sağlayacaktır ve toplumsal bir kural bu soruna da çözüm sağlayacaktır. [43]

10. BEYAZ PERDEDE OYUN TEORİSİ

Oyun Teorisi'nin hayatımızın farkında olmasak da önemli bir kısmında yer aldığını, sıradan bir günde bile zaman zaman oyunlar oynadığımızı daha önce söylemiştik. Bunu ispatlarcasına, birçok sinema filminde de Oyun Teorisi'ne atıflar yapan sahneler bulmak mümkün. Yıllarca ilgi ile izlediğimiz "Simpsons" veya unutulmaz baş yapıtlar "The Godfather", "Princess Bride" ve "The Good, The Bad and The Ugly" bu filmlerden sadece bazıları. Örneğin Clint Eastwood'un başrolünü oynadığı "The Good,The Bad And The Ugly" isimli filmin final sahnesinde geçen sahneyi oyun teorisi yardımı ile anlatmaya çalışalım :

[43] Brennan, G. And J.M. Buchanan (1981), **"The Tax System as Social Overhead Capital : A Constitutional Perspective on Fiscal Norms"**in : Public Finance and Economic Growth , Proceedings of the 37. Congress of the International Instıtute of Public Finance , Edited by : Dieter Bos and Karl W. Roskamp , Tokyo 1981.pp.45

10.1. The Good,The Bad and The Ugly

Clint Eastwood’un başrolünü oynadığı unutulmaz filmin final sahnesi hem eksik bilgiye dayanan oyunlar için hem de sinyal verme oyunları için çok güzel bir örnektir. Filmin son sahnesinde 3 silahlı adam, ortalarında bir kaya, bir üçgen oluştururcasına karşı karşıya gelirler ve durumlarını değerlendirmeye başlarlar. Her oyuncunun da bir defa silahını ateşleme hakkı vardır ve her üç silahşör de hedeflerini ıskalamayacak kadar iyidir. Kim kime ateş edecektir?

Clint ortadaki kayaya, muhtemelen her şeyin anahtarı olan bir not yazmıştır. Ancak diğer iki silahşör Clint’in doğruyu yazıp yazmadığını bilmemektedir. Diğer iki kişi, durumlarını değerlendirirken, Clint’in kayaya doğru notu yazmayacağına karar verirler ve bu yüzden Clint’in ölmesi işlerine gelmemektedir. Bunun anlamı iki adam birbirine ateş edecektir ancak muhtemelen sadece biri vurmayı başaracaktır.

Ayrıca gözden kaçan diğer nokta ise, Clint’in diğer iki adama verdiği silahlardan sadece bir tanesi doludur ve bu yüzden Clint için tek tehlikeli olan dolu silaha sahip olan kişidir. Ancak bu bilgiye sadece Clint sahiptir. Bir diğer deyişle, ne dolu silaha sahip olan silahşör, ne de boş silaha sahip olan silahşör Clint’in bu oyununu bilmemektedirler. Dolayısıyla bu oyun eksik bilgiye sahip olan bir oyundur, çünkü oyunculardan biri bir bilgiye sahip iken diğer oyuncular rakiplerinin oyunla ilgili bu bilgisinden habersizdir.

Şimdi bu oyunu, oyun matrisi kullanarak çözmeye çalışalım. Yalnız burada dikkat çekmemiz gereken önemli bir nokta vardır: Şimdiye kadar oynamış olduğumuz oyunlarda, her zaman iki kişilik oyunları ele aldık. Burada ise 3 tane oyuncumuz vardır ve her oyuncumuzun ikişer tane stratejileri vardır. Bu yüzden bu oyunda oyun matrisini farklı şekilde oluşturup sonuçlara beklenen kazançlar üzerinden gitmeye çalışalım. İlk olarak her oyuncunun muhtemel sonuçlar durumunda beklenen kazançlarını kendi bakış açılarından inceleyelim.

a.Clint :

Bütün oyuncular için en kötü sonuç ölmek, en iyi sonuç ise hayatta kalabilmektir. Clint için de öyledir. Clint için ikinci en kötü seçenek ise, dolu silaha sahip olan silahşörün hayatta kalmasıdır, çünkü bu da Clint için dolaylı olarak ölüm anlamına gelebilmektedir. Dolayısı ile Clint için ikinci en iyi sonuç, dolu silaha sahip olan silahşörün de ölmesidir. Clint için, boş silah verdiği silahşörün ölmesi veya hayatta kalması ise; çok da büyük bir önem arz etmemektedir. Bu durumda Clint için muhtemel sonuçları , en iyiden en kötüye olarak ;

Hayatta Kal > Dolu Silaha sahip Silahşör Ölsün > Boş Silaha Sahip Silahşör Ölsün = Boş Silaha Sahip Silahşör Yaşasın > Dolu Silaha Sahip Silahşör Yaşasın > Öl

şeklinde sıralayabiliriz. Bu sıralamayı da beklenen kazanç bulabilmek için

+15 > +10 > 0 = 0 > -10 > -15

şeklinde rakamsallaştırabiliriz.

Clint'in ölmesi veya dolu silaha sahip silahşörün yaşaması, Clint için bir kayıp olduğu için bu sonuçlardaki ilgili rakamların önüne (-) koymamız kaçınılmazdır. Boş silaha sahip silahşorun yaşaması veya ölmesi ise Clint için hiçbir şey ifade etmediği için, bu sonucu da 0 olarak rakamsallaştırabiliriz.

b. Silahı Boş Olan Silahşör :

Kendisine boş silah verilen silahşör, elindeki silahın boş olduğunu bilmemektedir ve o da kendince hesaplamalar yapmaktadır. Şimdi bu oyuncu açısından olası sonuçları değerlendirelim.

Bu oyuncu için de en iyi sonuç hayatta kalmak, en kötü sonuç ise ölmektir. Öte yandan bu oyuncu Clint'in hayatta kalmasının kendisi için daha iyi bir sonuç olacağını düşünmektedir. Çünkü, Clint'in kayaya yazdığı notun doğru mu yanlış mı olduğunu bilmemektedir ve Clint'in ölmesi durumunda da gerçeği asla öğrenemeyecektir. Clint'in yaşaması, bu oyuncu için yine kötü bir sonuçtur çünkü Clint yaşadığı takdirde oyuncumuzu öldürebilir ancak ona gerçeği de söyleyebilir. Oysa, dolu silaha sahip olan oyuncunun yaşaması, boş silaha sahip olan oyuncuya hiçbir kazanç sağlamayacaktır. Bu yüzden Clint'in sahip olduğu bilginin değerinin 5 birim olduğunu kabul edersek, boş silaha sahip olan oyuncu için olası sonuçları en iyiden en kötüye doğru;

Hayatta Kal > Dolu Silaha Sahip Silahşör Ölsün > Clint Ölsün > Clint Yaşasın > Dolu Silaha Sahip Silahşör yaşasın > Öl

şeklinde sıralayabiliriz. Bu sıralamayı da beklenen kazançları bulabilmek için ;

+15 > +10 > +5 > -5 > -10 > -15

şeklinde rakamsallaştırabiliriz.

Clint'in sahip olduğu bilginin değerini 5 birim olarak kabul ettiğimiz için; Clint'in yaşaması, silahı boş olan oyuncu için daha önemli hale gelmiş ve -10+5 = -5 birimlik bir kayba dönüşmüştür. Çünkü artık Clint yaşarsa, her ne kadar da silahı boş olan oyuncu için hayati bir tehlike taşısa da sahip olduğu bilgi nedeni ile yaşamasının faydası da vardır. Öte yandan Clint'in ölmesi ise, 10 – 5 = 5 birimlik bir kazanca düşmüştür. Yani silahı boş olan oyuncu için, Clint'in ölmesi, silahı dolu oyuncunun ölmesi kadar fayda sağlamamaktadır.

c. Silahı Dolu Olan Silahşör :

Dolu silaha sahip olan oyuncu için de en iyi sonuç hayatta kalabilmektir ve o da oyunda eksik bilgiye sahiptir. Çünkü o, bütün oyuncuların silahının dolu olduğunu sanmaktadır. Ancak bu Silahşör için de Clint'in hayatta kalması, diğer silahşörün hayatta kalmasından daha faydalı bir sonuçtur. Bu yüzden silahı dolu olan silahşörün de mantık silsilesinden diğerlerine benzer bir sonuç çıkaracağını tahmin edebiliriz:

Hayatta Kal > Boş Silaha Sahip Silahşör Ölsün > Clint Ölsün > Clint Yaşasın > Boş Silaha Sahip Silahşör yaşasın > Öl

Bu sıralamayı da beklenen kazançları bulabilmek için ;

+15 > +10 > +5 > -5 > -10 > -15

şeklinde rakamsallaştırabiliriz. Dolayısı ile olası kazançlar şu şekilde ortaya çıkar:

CLINT		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
BOŞ SİLAHLI	ÖL	0
	YAŞA	0
DOLU SİLAHLI	ÖL	10
	YAŞA	-10

BOŞ SİLAHLI		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
DOLU SİLAHLI	ÖL	10
	YAŞA	-10
CLINT	ÖL	5
	YAŞA	-5

DOLU SİLAHLI		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
BOŞ SİLAHLI	ÖL	10
	YAŞA	-10
CLINT	ÖL	5
	YAŞA	-5

Bu sonuçları oyun matrisine nasıl yansıtacağız? Burada, daha önceden gördüklerimizin aksine satır ve sütun elemanlarını oyunculardan oluşturalım. Strateji olarak ise oyuncuların sadece “Ateş Et” stratejisini kullandıklarını varsayıp, oyun matrisinin içerisini dolduralım.

	Clint	Boş Silahlı	Dolu Silahlı
Clint	" -15, 0, -10 "	" 15, 0, -10 "	" 15, 0, 10 "
Clint(E.B.)	-25	5	**25**
Boş Silahlı	" 5, 15, -10 "	" -5, -15, -10 "	" -5, 15, 10 "
Boş Silahlı(E.B.)	10	-30	**20**
Dolu Silahlı	" 5, -10, 15 "	" -5, 10, 15 "	" -5, -10, -15 "
Dolu Silahlı(E.B.)	10	**20**	-30

Bu oyun matrisinin satır ve sütunlarında oyuncuları kullandık ve strateji olarak da her oyuncunun “Ateş Et” stratejisini kullandığını varsaydık: Buna göre matristeki hücreleri nasıl doldurduğumuzu açıklayalım:

İlk olarak satır ve sütunda Clint seçeneğinin kesiştiği hücrenin ne demek olduğunu ve bu hücreyi nasıl doldurduğumuzu açıklayalım. Satırdaki oyuncular ateş eden oyuncuları, sütundaki oyuncular ise ateş edilen(vurulan) oyuncuları göstermektedir. Buna göre, eğer 1. satırda bulunan Clint, 1. sütunda bulunan Clint oyuncusuna ateş ederse, yani kendi kendini vurursa, kendini öldürmesinden -15 birim değerinde bir kaybı olacak, boş silaha sahip oyuncunun yaşamasından 0 birim bir kaybı olacak ve son olarak da dolu silaha sahip olacak oyuncunun yaşamasından dolayı -10 birim değerinde bir kaybı olacaktır ve bu seçeneğin Clint için beklenen kazancı (-15 + 0 + (-10)) = -25 birim olacaktır.

2. satır ile 1. sütunun kesiştiği hücre ise boş silahı olan oyuncunun Clint’e ateş etmesi durumunda meydana gelecek sonuçları göstermektedir. Ancak burada şunu unutmamak gerekir. Normalde silahı boş olan bir kişinin, diğer oyuncuyu vurması imkansızdır, bu yüzden rakibini öldürmesi diye bir sonuç olmayacak ve olası kazanç ve kaybı hep kendi aleyhine olacaktır. Ancak bu oyuncu bu durumu bilmediği için ve silahını dolu zannettiği için, buradaki hesaplamayı onun bakış açısından yapıyoruz. Böylelikle, silahı boş olan oyuncu, Clint’i öldüreceği zaman, 5 birim Clint’in ölmesinden kazanacak, 15 birim kendi yaşamasından kazanacaktır. Ancak dolu silaha sahip olan oyuncunun yaşamasından 10 birimlik bir kaybı olacak sonuçta bu seçenekten 5 + 15 – 10 = 10 birim bir kazanç bekleyecektir.

Bu şekilde hücreleri doldurup beklenen kazançları çıkardığımız zaman, silahı dolu olan silahşör, silahı boş olan silahşöre; Clint, silahı dolu olan silahşöre; silahı boş olan silahşör de, silahı dolu olan silahşöre ateş edecektir. Ve filmde de aynısı olmuş; silahı dolu olan silahşör, silahı boş olan silahşörü öldürmüş; Clint de silahı dolu olan silahşörü öldürmüştür ve oyunu Clint kazanmıştır. Aslında bu oyun zaten başlamadan bitmiştir. Clint, rakiplerinin durumlarını değerlendirebileceği ve fazla bilgiye sahip olduğu bir ortam hazırlamıştır. Bu sahne, bireylerin ellerindeki kısıtlı bilgi ile en iyi karar verme çabalarını gösteren ve bireylerin birbirlerinin sahip oldukları bilgileri nasıl etkileyebileceklerini gösteren muhteşem bir örnektir.

Bu oyunda bütün oyuncuların tam bilgiye sahip olduğunu düşünelim ve oyunu bir kez daha çözelim. Tam bilgi derken kastettiğimiz, bütün oyuncular silahı boş olan oyuncunun silahında mermi olmadığı bilgisine sahip olmasıdır. İlk olarak, beklenen olası kazançlar değişecektir:

CLINT		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
BOŞ SİLAHLI	ÖL	0
	YAŞA	0
DOLU SİLAHLI	ÖL	10
	YAŞA	-10

BOŞ SİLAHLI		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
DOLU SİLAHLI	ÖL	10
	YAŞA	-10
CLINT	ÖL	5
	YAŞA	-5

DOLU SİLAHLI		
KENDİSİ	ÖL	-15
	YAŞA	15
BOŞ SİLAHLI	ÖL	0
	YAŞA	0
CLINT	ÖL	5
	YAŞA	-5

Görüldüğü gibi burada sadece dolu silaha sahip olan oyuncunun oyunun muhtemel sonuçlarından beklediği kazanç ve kayıplar değişmiş, diğer bütün rakamlar aynı kalmıştır. Ancak bu ufak gözüken ayrıntı oyunun tüm kaderini değiştirecektir.

	Clint	Boş Silahlı	Dolu Silahlı
Clint	" -15, 0, -10 "	" 15, 0, -10 "	" 15, 0, 10 "
Clint(E.V.)	-25	5	**25**
Boş Silahlı	" -5, -15, -10 "	" -5, -15, -10 "	" -5, -15, -10 "
Boş Silahlı(E.V.)	-30	-30	-30
Dolu Silahlı	" 5, 0, 15 "	" -5, 0, 15 "	" -5, 0, -15 "
Dolu Silahlı(E.V.)	**20**	10	-30

Böylelikle, silahı dolu olan oyuncu Clint'e; Clint de silahı dolu olan oyuncuya ateş edecek, hızlı davranan oyuncu daha sonra da silahı boş olan oyuncuyu öldürecek ve oyunu kazanacaktır. Belki de ikisinin de eş zamanlı davranması ve birbirlerini öldürmeleri durumunda oyunun galibi, oyunu baştan kaybetmiş gibi görünen silahı boş olan oyuncu olacaktır. Buradan da görülebileceği gibi, bir oyunun tam veya eksik bilgiye sahip olması, oyunun sonucu üzerinde çok önemli etkilere sahip olabilmektedir.

10.2. Princess Bride

Beyaz perdenin unutulmazları arasında yer alan bir diğer film olan "Princess Bride" isimli bu filmde, kaçırılan prensesi kurtarmak için yola çıkan Roberts isimli korsan en sonunda prensesi elinde bulunduran Vizzini isimli Sicilyalı ile karşılaşır ve ölümcül bir oyun oynamaya karar verirler. Roberts önüne iki tane şarap kadehi koyar. Kadehlerin birinde zehir vardır. Yuvarlak bir masanın başında bir tarafta Vizzini'nin önündeki kadeh, bir tarafta Roberts'in önündeki kadeh, konuşmaya başlarlar:

Roberts : Tamam, zehir nerede? Akıl savaşı başladı ve sen içeceğin kadehi belirleyip ikimiz de kadehlerimizdeki şarapları bitirdiğimizde sona erecek. Sonuçta birimiz ölecek birimiz yaşamaya devam edecek.

Vizzini: Ama bu çok kolay. Tek yapmam gereken senin hakkında bildiklerimi gözden geçirmek. Acaba sen zehiri kendi önündeki kadehe mi yoksa düşmanının önündeki kadehe mi koyacak türden bir insansın? Şimdi, akıllı bir adam zehiri kendi önündeki kadehe koyar, çünkü sadece çok büyük bir aptalın kendi önündeki kadehten içeceğini bilir. Ben ise aptal olmadığıma göre, senin önündeki kadehi seçmeyeceğim. Ama benim büyük bir aptal olmadığımı sen de biliyor olmalısın. Sen de buna güvenerek zehiri benim önümdeki kadehe koymuş olmalısın. Bu yüzden kendi önümdeki kadehi seçmeyeceğim.

Vizzini birkaç yorum daha yapar ve Roberts'in bir boşluğunu bulduğunda kadehleri değiştirir. Burada Vizzini'nin yorumları Oyun Teorisi'ndeki stratejik hareketler ile ilgili önemli dersler içermektedir.

Vizzini : En iyisi, sen kendi kadehinden iç, ben de kendi kadehimden içeyim.

İkisi de şaraplarını içerler.

Roberts : Kaybettin.

Vizzini gülmeye başlar.

Vizzini : Aptal. Sen arkanı döndüğünde kadehleri değiştirdim.

Vizzini gülmeye devam eder ve ölür. Roberts da prensesi kurtarır.

Prenses : Hep senin kadehinin zehirli olduğunu düşündüm.

Roberts : İkisi de zehirliydi. Son birkaç yılımı bu zehir için bir panzehir hazırlamakla geçirdim.

Bu oyun da eksik bilgiye dayanmaktadır. Çünkü Roberts iki kadehin de zehirli olduğunu bilmekte, Vizzini ise sadece bir kadehin zehirli olduğunu düşünmektedir. Ancak sadece örnek olması amacı ile bu oyunu da oyun matrisi ile göstermeye çalışalım:

Bu oyun da eksik bilgili bir oyun olduğu için, her iki oyuncu da farklı kazanç matrisleri oluşturacaktır. İlk olarak Vizzini için bir kazanç matrisi oluşturalım. Vizzini, sadece bir kadehin zehirli olduğunu düşünmekte ama bunun hangi kadeh olduğunu bilmemektedir. Eğer Vizzini önündeki kadehin zehirli olduğunu düşünürse aşağıdaki gibi bir oyun matrisi oluşturacaktır:

		Roberts	
		Önündeki Kadeh	***Karşıdaki Kadeh***
Vizzini	***Önündeki Kadeh***	**-1 / 1**	**-1 / -1**
	Karşıdaki Kadeh	**1 / 1**	**1 / -1**

Eğer Vizzini önündeki kadehin zehirli olduğunu düşünürse, karşısındaki kadehi seçme stratejisi (1,1), önündeki kadehi seçme stratejisini (-1,-1) domine edecektir ve Vizzini karşısındaki kadehi seçecektir. Aynı şekilde Roberts de Vizzini'nin karşısındaki, kendi önündeki kadehi seçecektir. Böylelikle her iki oyuncu da aynı kadehi seçecektir.

Eğer Vizzini, Roberts'in önündeki kadehin zehirli olduğunu düşünürse, şöyle bir oyun matrisine sahip olacaktır.

		Roberts	
		Önündeki Kadeh	***Karşıdaki Kadeh***
Vizzini	***Önündeki Kadeh***	**1 / -1**	**1 / 1**
	Karşıdaki Kadeh	**-1 / -1**	**-1 / 1**

Böyle bir durumda, Vizzini tabii ki dominant stratejisi olan (1,1) > (-1,-1) önündeki kadehi seçme stratejisini kullanacak, Roberts ise karşısındaki kadehi seçme stratejisini kullanacak ve yine ikisi de aynı kadehi seçeceklerdir.

Görüldüğü gibi, Vizzini'nin seçeceği stratejiler doğrudan Vizzini'nin tahminleri ile alakalıdır. Dolayısı ile her bir seçeneği doğru tahminleme olasılığı 0,50 olduğundan, Vizzini burada karma stratejili bir oyun oynayacaktır. Filmde de geçen konuşmalardan anlaşılabileceği gibi, Vizzini, olasılıklar arasındaki 0,50 – 0,50 şeklindeki dengeyi, akıl yürütme yolu ile bozmaya ve sonuç olarak daha ağır basan seçeneği seçmeye çalışmaktadır. Aslında Vizzini eğer ilk hamleyi yapacak oyuncu olmasa, Roberts'in hamlelerini takip edip doğru seçeneği bulabilir. Ama böyle bir durumda da oyunla ilgili tam bilgiye sahip olan Roberts, yanlış sinyaller gönderip rakibini yanıltabilir.

Aslında bu oyunlar için oyun matrisleri oluşturmak gereksizdir. Ancak buradaki amaç; sadece bu gibi durumları oyun matrisine nasıl yansıtacağımızı göstermek ve bu sahneleri teorik bazda sunmaktır.

11. OYUNLARIN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE ÇÖZÜMÜ

İki oyunculu sıfır toplamlı oyunlar doğrusal programlama olarak ifade edilebildiği için, oyun teorisiyle doğrusal programlama arasında güçlü bir ilişki vardır. Aslında, G.Dantzig'in simpleks yöntemini ortaya koyduğu 1974 yılında, Neumann, simpleks ile oyun teorisi arasındaki ilişkiyi hemen fark etmiş ve bunu da doğrusal programlamadaki dualite kavramına dayanarak vurgulamıştır.

Oyunların doğrusal programlama yöntemi ile nasıl çözülebileceğini anlatmadan önce, doğrusal programla yöntemi hakkında biraz bilgi verelim.

Doğrusal Programlama; kaynakların optimal dağılımının, kaynakların seçenekli dağılımının, optimal üretim bileşiminin, minimum maliyeti veren girdi bileşiminin, en uygun karın ve en az maliyetin belirlenmesi gibi konularda kullanılmakta olan bir yöntemdir. Doğrusal programlama, değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun kılmaya çalışır. Doğrusal programlama modelinden tutarlı sonuçlar alınması aşağıdaki varsayımlara bağlıdır:[44]

a) Doğrusallık Varsayımı: Bu varsayım işletmenin girdileriyle çıktıları arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu gösterir. Üretim düzeyi artarken aynı oranda üretim girdileri de artar. Ayrıca amaç fonksiyonu açık bir şekilde matematiksel olarak ifade edilmelidir. Amaç fonksiyonunun doğrusal olabilmesi için, karar değişkenleri X_j'lerin birinci dereceden ve C_j katsayılarının da sabit olması gerekir.

b) Toplanabilirlik Varsayımı: Bu varsayım değişik üretim faaliyetlerine kaynak olan üretim girdilerinin toplamının, her bir işlem için ayrı ayrı kullanılan girdilerin toplamına eşit olduğunu gösterir. Örneğin bir iş iki saatte, diğeri üç saatte yapılıyorsa, iki işi birden yapmak için beş saate gerek vardır.

c) Sınırlılık Varsayımı: Üretimde kullanılan kaynaklar sonludur. Bu nedenle üretime giren girdiler ile üretim miktarı kısıtlanır.

[44] G.B. Dantzig, Linear Programming an Extensions, Princeton, N.J., Princeton University Pres,1963,p.32

d) Negatif Olmama Varsayımı: Doğrusal programlamada yer alan temel, aylak ve artık değişkenlerin değeri sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

Doğrusal programlama probleminin çözümünde kullanılan tanımları şöyle sıralayabiliriz:

a) Uygun çözüm: Doğrusal programlama probleminin tüm kısıtlarını doyuran çözüm.
b) Optimal çözüm: Tüm uygun çözümler arasında amaç fonksiyonunu en iyi karşılayan çözüm.
c) Dejenere (bozulan) çözüm: Bir veya birkaç temel değişkeninin değeri sıfır olan çözüm.

Sıfır toplamlı oyunlar bir doğrusal programlama problemi olarak ele alınıp hem grafik yöntemi ile hem de doğrusal programlamayla çözülebilir. Doğrusal programlama ile ilgili genel bilgiler verdikten sonra, bu iki yöntemi de oyunların çözümünde nasıl kullanacağımızı anlatalım:

11.1. Grafik Yöntemi

Grafik çözüm en az bir oyuncunun tam iki saf stratejisinin olduğu durumlar için uygundur. Yani; üstünlük stratejisi ile oyunlar m x 2 veya 2 x n boyuta indirgenirse, bu oyunlar grafik yöntemiyle çözülebilir.[45] Yöntem ilginçtir, çünkü eyer noktasını grafiksel olarak anlatır.

Grafik yöntemi ile yapılabilen çözümlere, A oyuncusunun iki stratejisinin olduğu (2 x n) boyutlu oyunlar ile başlayalım.

a_{11}	a_{12}	a_{13}	……….	a_{1n}
a_{21}	a_{22}	a_{23}	……….	a_{2n}

$$x_1 = a_1$$
$$1 - x_1 = a_2$$

[45] Öztürk, s.398-401.

A oyuncusunun a_1 ve a_2 stratejilerini, $0 \leq x_1 \leq 1$ olasılık dağılımına sahip x_1 ve $1-x_1$ olasılıklarıyla karıştırdığını varsayalım. Örneğin aşağıdaki (2x4) boyutlu oyun matrisini ele alalım.

		B oyuncusu			
		B_1	B_2	B_3	B_4
A oyuncusu	A_1	**2**	**2**	**3**	**-1**
	A_2	**4**	**3**	**2**	**6**

Oyun herhangi bir tam strateji çözümüne sahip değildir. Bu yüzden karma stratejiler kullanılmalıdır. A oyuncusu için, B oyuncusunun farklı stratejilerine denk düşen beklenen kazançları şu şekildedir:

B Oyuncusunun Stratejisi	A Oyuncusunun Beklenen Kazancı
B_1	2x + 4(1-x) = -2x + 4
B_2	2x + 3(1-x) = -x + 3
B_3	3x + 2(1-x) = x + 2
B_4	-1x + 6(1-x) = -7x + 6

A oyuncusu, amacı gelirini en yükseğe çıkarmak olduğu için, oyunun değerini mümkün olduğu kadar büyük yapacak x değerini seçmeye çalışacaktır. Elimizde v ve x gibi iki karar değişkeni bulunduğundan, problemi grafik yöntemi ile çözebiliriz. v dikey eksende, x de yatay eksende gösterilir.[46] Grafik çözüm tekniğini uygulayabilmek için x=0 ve x=1 için v değerlerini elde edelim.

1. -2x + 4 = v denkleminde;
x = 0 için, **v = 4** ; x = 1 için, **v = 2**

2. -x + 3 = v denkleminde ;
x = 0 için, **v = 3** ; x = 1 için, **v = 2**

[46] Öztürk, s. 409

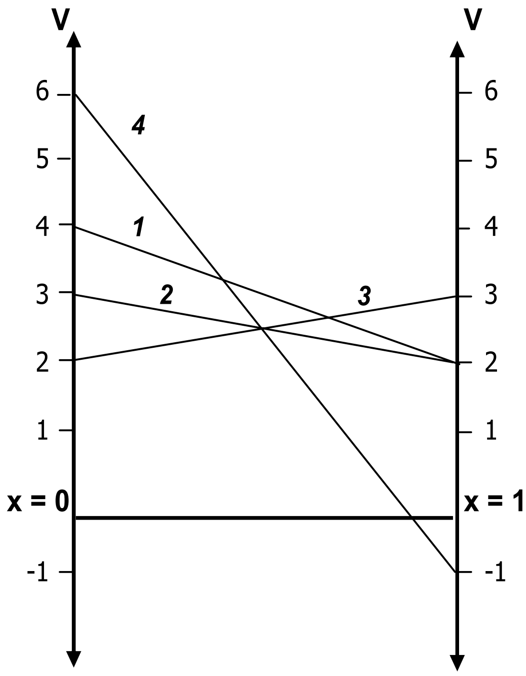
3. x + 2 = v denkleminde ;

x = 0 için, **v = 2** ; x = 1 için, **v = 3**

4. -7x + 6 = v denkleminde ;

x = 0 için, **v = 6** ; x = 1 için, **v = -1**

olarak bulunur. Şimdi bu değerleri yerlerine koyarak grafiği çizelim.



Elde ettiğimiz doğrular grafikte gösterildikten sonra, bütün doğruların altında kalan kısım uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Belirlenen uygun çözüm alanının en tepe noktası ise A oyuncusun bu oyunda kazanabileceği maksimum kazancı verir.

Bu grafikte uygun çözüm alanı 2, 3 ve 4 numaralı doğruların kesiştiği noktanın altında kalan kısımdır. Bu uygun çözüm alanının en tepe noktası yine, bu doğruların kesiştiği noktadır. Örneğin 2 ve 4 numaralı denklemleri veya 3 ve 4 numaralı denklemleri birbirine eşitleyerek bu noktadaki x değerini bulalım.

$-x+3=x+2 \quad veya; \quad -x+3=-7x+6$

$-2x=-1 \qquad\qquad 6x=3$

$x=1/2 \qquad\qquad x=1/2$

A oyuncusu bu oyunda maksimum kazancı elde edebilmek için, grafik yöntemine göre x değerini 0,50 olasılıkla seçmelidir. Buna göre A oyuncusu bu oyundan; v = -x + 3 = 2.5 birimlik bir kazanç elde edebilir.

Aynı şekilde A oyuncusunun farklı stratejilerine göre B oyuncusunun yapacağı strateji karışımını da bulabiliriz. Ancak ilk olarak B_1 stratejisinin B_2'yi, B_3 ve B_4'ün de %50 olasılıklarla oynanması durumunda B_1'i domine edeceğini rahatlıkla görebiliriz. Bu yüzden B oyuncusu B_1 ve B_2 stratejilerini kullanmayacak, B_3 stratejisini y olasılıkla, B_4 stratejisini de (1-y) olasılıkla kullanacaktır.

A Oyuncusunun Stratejisi	B Oyuncusunun Beklenen Kazancı
A_1	3y + (-1)(1-y) = 4y - 1
A_2	2y + 6(1-y) = - 4y + 6

Şimdi de elimizde v ve y gibi iki karar değişkeni bulunduğundan, problemi grafik yöntemi ile çözmeye çalışalım. İlk olarak y=0 ve y=1 için v değerlerini elde edelim.

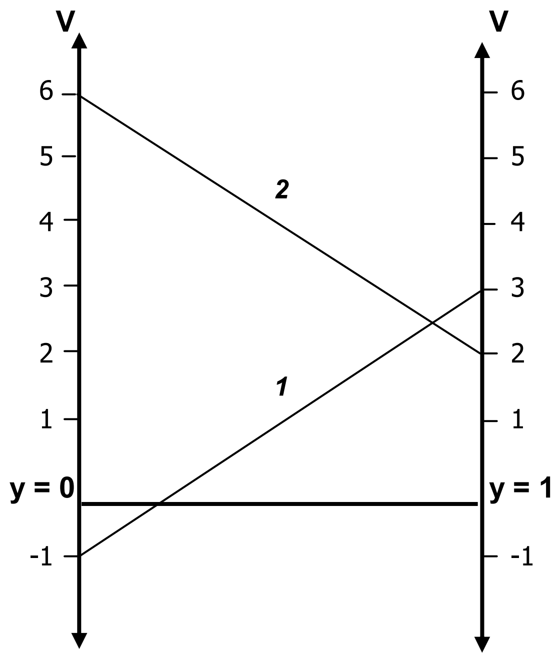
1. 4y - 1 = v denkleminde;

y = 0 için, **v = -1** ; y = 1 için, **v = 3**

2. -4y + 6 = v denkleminde ;

y = 0 için, **v = 6** ; y = 1 için, **v = 2**

olarak bulunur. Şimdi bu değerleri yerlerine koyarak grafiği çizelim.



Elde ettiğimiz doğrular grafikte gösterildikten sonra, B oyuncusunun amacı kaybını minimize etmek olduğu için bu sefer bütün doğruların üstünde kalan kısım uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Belirlenen uygun çözüm alanının en alt noktası ise B oyuncusun bu oyunda kaybedebileceği minimum kaybı verir.

Bu grafikte uygun çözüm alanı 1 ve 2 numaralı doğruların kesiştiği noktanın üstünde kalan kısımdır. Bu uygun çözüm alanının en alt noktası ise yine, bu doğruların kesiştiği noktadır. 1 ve 2 numaralı denklemleri birbirine eşitleyerek bu noktadaki y değerini bulabiliriz:

$$4y - 1 = -4y + 6$$
$$8y = 7$$
$$y = 7/8$$

B oyuncusu bu oyunda minimum kaybı sağlayabilmek için, grafik yöntemine göre y değerini yaklaşık 0.88 olasılıkla seçmelidir. Bir başka deyişle B_3 stratejisini 7/8, B_4 stratejisini ise 1/8 olasılıkla uygulamalıdır. Buna göre B oyuncusu bu oyundan; v = 4y – 1 = 2.5 birimlik bir kayıp elde edecektir.

Sonuç olarak, grafik yöntemine göre oyunun çözümü A oyuncusunun A_1 ve A_2 stratejilerini eşit olasılıkla karıştırmasını, B oyuncusunun da B_3 ve B_4 stratejilerini sırasıyla 7/8 ve 1/8 olasılıklarıyla karıştırmasını gerektirir.

Örnek:

A ve B oyuncuları arasında oynanan (2x4) boyutlu oyunun matrisi verilmiştir. Buna göre oyunu grafik yöntemine göre çözünüz.

		B oyuncusu			
		B_1	B_2	B_3	B_4
A	A_1	**9**	**- 3**	**- 4**	**6**
oyuncusu	A_2	**- 2**	**3**	**5**	**- 1**

Oyun matrisinin tepe noktası yoktur. A oyuncusunun A_1 stratejisini oynama olasılığına x dersek, A_2 stratejisini oynama olasılığı da $(1 - x)$ olur. B oyuncusunun A oyuncusuna yapacağı beklenen ödemeleri veya beklenen değerleri şöyle olacaktır:

B Oyuncusunun Stratejisi	A Oyuncusunun Beklenen Kazancı
B_1	$9x - 2(1-x) = 11x - 2$
B_2	$-3x + 3(1-x) = -6x + 3$
B_3	$-4x + 5(1-x) = -9x + 5$
B_4	$6x - 1(1-x) = 7x + 1$

Elimizde x ve v gibi iki karar değişkeni bulunduğundan, problemi grafik yöntemiyle çözebiliriz. Alışılmış olarak v dikey eksende, x de yatay eksende gösterilir. Problemdeki son kısıtlayıcı yüzünden x sadece 0 ile 1 aralığı içinde yer alır. Grafik çözüm tekniğine göre x ve v değerlerini elde edelim:

1. 11x - 2 = v denkleminde;

x = 0 için, **v = -2** ; x = 1 için, **v = 9**

2. 3 – 6x = v denkleminde ;

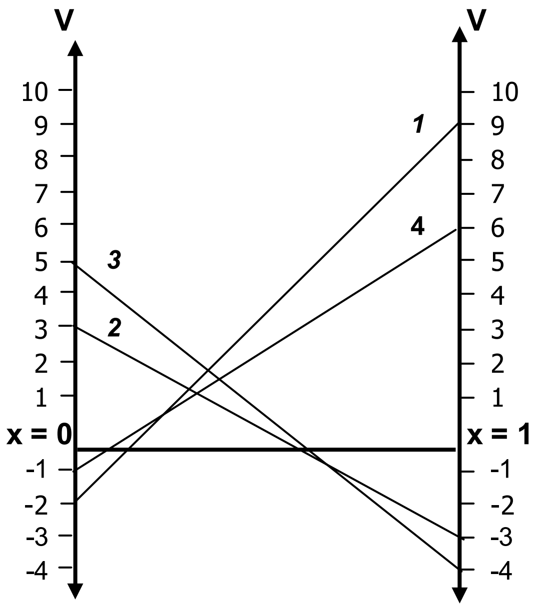
x = 0 için, **v = 3** ; x = 1 için, **v = -3**

3. 5 – 9x = v denkleminde ;

x = 0 için, **v = 5** ; x = 1 için, **v = -4**

4. 7x - 1 = v denkleminde ;

x = 0 için, **v = -1** ; x = 1 için, **v = 6**



Elde ettiğimiz doğrular grafikte gösterildikten sonra, bütün doğruların altında kalan kısım uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Belirlenen uygun çözüm alanının en tepe noktası ise A oyuncusun bu oyunda kazanabileceği maksimum kazancı verir.

Bu grafikte uygun çözüm alanı 2 ve 4 numaralı doğruların kesiştiği noktanın altında kalan kısımdır. Bu uygun çözüm alanının en tepe noktası yine, bu doğruların kesiştiği noktadır. 2 ve 4 numaralı denklemleri birbirine eşitleyerek bu noktadaki x değerini bulalım.

$$3-6x=7x-1$$
$$-13x=-4$$
$$x=4/13$$

A oyuncusunun bu oyunda optimal strateji vektörü, x* = (4/13 , 9/13), beklenen kazancı ise v = 3 – 6x = 15/13'tür.

Grafikte de görüldüğü gibi, maksimum yani en yüksek noktadan iki doğru geçer ki, bunlar da B oyuncusunun B_2 ve B_4 stratejilerine karşılık gelir. Yani, B oyuncusunun optimal stratejisi, sadece B_2 ve B_4 stratejilerinin karması şeklinde olacaktır. Geriye kalan B_1 ve B_3 stratejileri hiçbir zaman oynanmayacaktır. 2xn boyutlu oyunlar için bir genelleme olarak şunu söyleyebiliriz:

Maksimum noktadan geçmeyen doğruların stratejileri hiçbir zaman oynanmamalıdır. Böylece örneğimizde $y_1=y_3=0$ olur. Eğer A oyuncusu A_1 stratejisini oynarsa B oyuncusunun A oyuncusuna yapacağı beklenen ödeme;

$9y_1 - 3y_2 - 4y_3 + 6y_4$

eğer A oyuncusu A_2 stratejisini seçerse, B oyuncusunun yapacağı ödeme;

$-2y_1 + 3y_2 + 5y_3 – y_4$

olur. Aynı zamanda bu denklemler oyunun değerine eşit olmalıdır. Öyleyse,

$$9y_1 - 3y_2 - 4y_3 + 6y_4 = v$$
$$-2y_1 + 3y_2 + 5y_3 - y_4 = v$$

$y_1 = 0 \quad ve \quad y_3 = 0 \quad old. \quad göre;$

$$-3y_2 + 6y_4 = 15/13$$
$$-3y_2 - y_4 = 15/13$$

$$y_2 = 7/13$$
$$y_4 = 6/13$$

olarak bulunur. Aynı zamanda bu değerler B oyuncusunun optimal strateji vektörünün değerleri olur. Buna göre B oyuncusunun optimal strateji vektörü;

$y^* = (0, \frac{7}{13}, 0, \frac{6}{13})$ olarak gerçekleşir.

11.2. Simpleks Yöntemi

Doğrusal programlama problemlerini çözmede yaygınca kullanılan simpleks yöntemi ilk kez 1947 yılında G.B. Dantzig tarafından kullanılmıştır. Daha sonra Charnes, Cooper ve diğerleri ekonomik ve endüstriyel analizler için uygulamalı öncü çalışmalar yapmışlardır.

Daha önce bahsettiğimiz grafik yöntemi, oyunculardan birinin 2 tane tam stratejisi olmasını zorunlu kılmaktadır. Uygulamada ise oyuncuların çok daha fazla stratejileri olabilmektedir. Bu sebeple, uygulamada oyun teorisi problemlerinin doğrusal programlama yardımı ile çözümü yapılırken simpleks yöntemi kullanılır. Yöntem cebirsel tekrarlama (iterasyon) işlemine dayanır. Yöntemde önce başlangıç simpleks tablosu düzenlenir sonra tekrarlayıcı işlemler ile belirli bir hesap yöntemi içinde gelişen çözümlere doğru ilerleyerek optimal çözüme ulaşıncaya kadar işlemler sürdürülür. Gelişen çözüm tablolarında amaç fonksiyonunun ve karar değişkenlerinin değişen değerleri gözlenebilir. Yönteme geçmeden önce bir problemi doğrusal programla modeli şeklinde ifade edebilmemiz için gerekli elemanları inceleyelim:

1. Modelin ilk olarak bir amaç taşıması gerekir ki biz bunu z ile gösteririz.
2. İkinci olarak modelin değişkenler içermesi gerekir.(x_i)
3. Üçüncü olarak modelin amaç katsayıları içermesi gerekir.(c_n)
4. Dördüncü olarak amacın minimizasyon veya maksimizasyon şeklinde yönüne karar verilir.
5. Son olarak modelin ($\geq, >, \leq, <, =$) şeklinde kısıtlayıcılar içermesi gerekir.

Şimdi bu anlattıklarımızı, gerçek hayatta yaşanan bir problem ile karşılaştığımızda nasıl hayata geçireceğimizi bir örnek yardımı ile inceleyelim. Günlük en fazla 100.000 kg. süt üretebilen bir süt üreticisini ele alalım. Yönetim kararı ile yağ üretimi için günde en az 10.000 kg. süt kullanılması gerekmektedir. 1 litre sütün yağ üretimi için kullanılması durumunda kara katkısı 4 YTL, şişe süt olarak kullanılması sonucu kara katkısı 8 YTL, peynir üretimi için kullanılması durumunda kara katkısı 6 YTL'dir. Yağ bölümü günde en fazla 40.000 kg, süt bölümü günde en fazla 50.000 kg, peynir bölümü ise günde en fazla 30.000 kg süt işleyebilmektedir. Bu verilere göre nasıl bir model kurabiliriz:

İlk olarak, modeldeki değişkenlerimizi tanımlayalım:

x_1 : Yağ bölümünde kullanılan süt miktarı
x_2 : Süt bölümünde kullanılan süt miktarı
x_3 : Peynir bölümünde kullanılan süt miktarı

Şimdi de modelimizin amaç fonksiyonunu ve kısıtlarını oluşturalım:

$Z_{max} = 4x_1 + 8x_2 + 6x_3$ *(Her birimde üretilen sütün satışından elde edilen gelir)*
$x_1 \leq 40.000$ *(Yağ bölümü günde en fazla 40.000 kg süt işleyebilir)*
$x_2 \leq 50.000$ *(Süt bölümü günde en fazla 50.000 kg süt işleyebilir)*
$x_3 \leq 30.000$ *(Peynir bölümü günde en fazla 30.000 kg süt işleyebilir)*
$x_1 \geq 10.000$ *(Yağ bölümünde günde en az 10.000 kg. süt kullanmak gerekiyor)*
$x_1 + x_2 + x_3 \leq 100.000$ *(Süt üreticisinin günlük kapasitesi 100.000 kg.)*
$x_1, x_2, x_3 \geq 0$ *(Negatif olmama varsayımı)*

Görüldüğü gibi herhangi bir problemi doğrusal programlama modeli olarak ifade etmek oldukça basittir. Bu noktadan sonra da Simpleks yöntemi ile model çözülür ve firma için en büyük kazancı sağlayacak üretim düzeyleri belirlenir. Bu örneği verdikten sonra doğrusal programlama modellerinin ne şekillerde ifade edilebileceğini inceleyelim. Doğrusal programlama modelleri çeşitli şekillerde ifade edilebilir. Genel olarak kullanılan iki ifade şekli ise problemin standart biçimde ve kaotik(dual) biçimde ifade edilmesidir. Herhangi bir doğrusal programlama modeli aşağıdaki özellikleri taşırsa, onun standart şekilde olduğu söylenebilir:

1. Tüm karar değişkenleri negatif değilse,
2. Amaç fonksiyonu maksimizasyon veya minimizasyon tipte ise
3. Her bir kısıtlayıcı denklemin sağ tarafındaki elemanlar negatif değil ise,
4. Tüm kısıtlayıcılar bir denklem halinde ise,

bu tür bir problem standart biçimde ifade edilebilir. Herhangi bir doğrusal programlama probleminin kaotik şekilde olduğunu söyleyebilmek için ise problemin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir:

1. Tüm karar değişkenleri negatif olmamalı.
2. Amaç fonksiyonu maksimizasyon tipte olmalı.
3. Tüm kısıtlayıcılar ≤ tipte olmalı.

Herhangi bir doğrusal programlama problemini standart ya da kaotik biçimde yazabilmek için ise aşağıdaki dönüşüm işlemlerini yapmamız gerekir:

a. Optimizasyonun anlamını değiştirme. (Bunun için amaç fonksiyonunu -1 ile çarparız ve minimizasyon problemini maksimizasyon ya da maksimizasyon problemini minimizasyon problemi haline getirebiliriz.)

b. Eşitsizliğin yönünü değiştirme. (Eşitsizliğin her iki yanı da -1 ile çarpılarak eşitsizliğin yönü değiştirilebilir.)

c. Eşitsizliği eşitlik haline getirme.

ca. Eşitsizlik ≤ durumundaysa, eşitsizliğin sol tarafına S aylak değişkeni eklenir ve bu değişken eşitsizliğin sol tarafı ile sağ tarafı arasındaki farkı ifade eder. Aylak değişken, kullanılmayan, boşa harcanan veya yitirilen kaynakları gösterir.

cb. Eşitsizlik ≥ durumundaysa, eşitsizliğin sol tarafından çıkarılan V artık değişkeni eşitsizliğin sol tarafı ile sağ tarafı arasındaki farkı ifade eder. Artık değişken genellikle fazla kaynak veya kapasiteyi gösterir. ≥ durumunda eşitsizlikleri eşitliğe dönüştürmek için ayrıca A yapay değişkeni eklenir.

cc. = durumu var ise, denklemin sol tarafına A yapay değişkeni eklenir.

Bu anlattıklarımızı bir örnek yardımı ile daha iyi anlayabiliriz:

Oturma grubu ve yatak odası grubu olmak üzere iki oturma grubu üretimi yapan bir mobilya üreticisinin bir oturma grubu için harcadığı tahta miktarı 3.000 metre ve 50 saat işgücüdür. Mobilya üreticisinin yatak odası grubu için ise harcadığı tahta miktarı 2.000 metre ve 100 saat işgücüdür. İşletmenin elinde aylık 30.000 metre tahta ve 1.500 saat işgücü bulunmaktadır. Ayrıca bir oturma grubunun satışından elde edilen kar 600 YTL, bir yatak odası grubunun satışından elde edilen kar ise 800 YTL'dir. Bu verilere göre modeli kurup, simpleks metodu yardımı ile nasıl çözebileceğimizi inceleyelim:

İlk olarak, modeldeki değişkenlerimizi tanımlayalım:

x_1 : Oturma Grubu Sayısı
x_2 : Yatak Odası Grubu Sayısı

Şimdi de modelimizin amaç fonksiyonunu ve kısıtlarını oluşturalım:

$Z_{max} = 600\ x_1 + 800\ x_2$ *(Oturma ve yatak odası grubu satışından elde edilen kar)*

$3000\ x_1 + 2000\ x_2 \leq 30.000$ (*Üretimde kullanılan tahta miktarı kısıtı*)

$50\ x_1 + 100\ x_2 \leq 1.200$ (*Üretimde kullanılan işgücü kısıtı*)

$x_1, x_2, x_3 \geq 0$ (*Negatif olmama varsayımı*)

Şimdi de modelimizi standart hale dönüştürelim. Bunun için ilk olarak eşitsizlikleri eşitlik haline getirebilmek için aylak değişkenleri kullanalım:

$3000\ x_1 + 2000\ x_2 + S_1 = 30.000$ (*Üretimde kullanılan tahta miktarı kısıtı*)

$50\ x_1 + 100\ x_2 + S_2 = 1.200$ (*Üretimde kullanılan işgücü kısıtı*)

$Z_{max} = 600\ x_1 + 800\ x_2 + 0\ S_1 + 0\ S_2$

S_1 : Aylak Tahta Miktarı

S_2 : Aylak İşgücü Miktarı

Artık simpleks başlangıç tablosunu tanıyıp bu problem için oluşturabiliriz:

c_j **Amaç Katsayısı**	**Temel Değişken Satırı**	**Çözüm**
z_j $c_j - z_j$		

Yukarıdaki tablo bir simpleks başlangıç tablosunda olması gereken sütun ve satırları göstermektedir. z_j satırı gözden çıkarma satırı olarak adlandırılmaktadır ve temel değişken satırındaki değerler ile amaç katsayısındaki ilgili satır değerinin çarpılıp, alt alta toplanması ile bulunur. c_j satırı ise her değişkenin amaç fonksiyonundaki katsayı değerlerinden oluşur. Şimdi de örneğimizdeki ilgili değerleri başlangıç tablosuna yerleştirelim.

	c_j	600 x_1	800 x_2	0 S_1	0 S_2	Çözüm	
0	S_1	3000	2000	1	0	30000	30000/2000 = 15
0	S_2	50	100	0	1	1200	1200/100 = 12*
	z_j	0	0	0	0	0	
	$c_j - z_j = y_0$	600	800*	0	0		

Başlangıç Simpleks tablosunda z_j değeri daima sıfırdır. Bunun sebebi ise aylak değişkenlerin amaç katsayılarının 0 olmasıdır. *Bu noktadan itibaren zj-cj satırındaki en büyük değere sahip sütun elemanı işleme sokulur(x_2). Bu sütundaki değerler ise bulundukları satıra karşılık gelen çözüm değerlerine bölünür ve daha küçük çözüm değerine sahip olan satır işlemden çıkarılır. İşleme girecek sütun ile işlemden çıkacak satırın kesiştiği noktadaki elemana da pivot değer adı verilir.*

Yeni işlem yapılırken işleme sokulan satıra temel sıra (x_2) adı verilir. Temel sıra pivot değerin bulunduğu satırdır ve satırdaki bütün elemanların pivot değere bölünmesiyle birinci simpleks tabloda yerini alır. Örneğimizde temel sıra şu şekilde bulunur:

Temel Sıra (x_2) 50/100:**1/2** 100/100:**1** 0/100:**0** 1/100:**1/100** 1200/100:**12**

Temel sıra bulunduktan sonra, tablonun diğer satırlarının yeni değerleri bulunur. Bu satırlara da yeni sıra verilir. Örneğin, bu soruda işleme girmeyen S_1 değişkeni için yeni sıra bulunur. *Yeni Sıra = Eski Sıra – Temel Sayı x Temel Sıra* formülünü kullanıp temel sıra dışındaki diğer satırların yeni değerlerini bulabiliriz. Buradaki temel sayı ise pivot değer ile aynı sütunda bulunan eski sıra satır elemanıdır.

Eski Sıra (S_1)	3000	2000	1	0	30000
Temel Sayı	2000	2000	2000	2000	2000
Temel Sıra (x_2)	1/2	1	0	1/100	12
Yeni Sıra (S_1)	2000	0	1	-20	6000

	c_j	600 x_1	800 x_2	0 S_1	0 S_2	Çözüm	
0	S_1	2000	0	1	-20	6000	6000/2000 = 3*
800	x_2	1/2	1	0	1/100	12	12/1/2 = 24
	z_j	400	800	0	8	9600	
	$c_j-z_j=y_0$	200*	0	0	-8		

Görüldüğü gibi x_2 işleme girdikten sonra da optimal simpleks tabloya ulaşamamış bulunuyoruz. Çünkü c_j-z_j satırında hala pozitif değerli eleman bulunmaktadır. Bu nedenle şimdi de daha küçük çözüm değerine sahip olan S_1 değişkenini çıkarıp yerine x_1 değişkenini koymalıyız. Ancak bu işleme yapmadan önce birinci simpleks tablomuzdaki rakamları yorumlayıp tablo yorumu hakkında daha fazla bilgi sahibi olalım:

S_1 = 6000 (Ay sonunda elimizde 6000 metre tahta kalacak)
S_2 = 0 (Mevcut işgücü tam kapasite ile kullanılacak)
x_1 = 0 (Oturma grubu takımı üretilmeyecek)
x_2 = 0 (12 adet yatak odası takımı üretilecek)
Z = 9600 (Bu tabloya göre 9600 YTL kar edilecek)

Şimdi de ikinci simpleks tablomuzu oluşturmak için ilk olarak temel sırayı oluşturalım:

Temel Sıra (x_1) 2000/2000:**1** 0/2000:**0** 1/2000:**1/2000** -20/2000:-**1/100** 6000/2000:**3**

Temel sırayı bulduktan sonra x_2 için yeni sırayı bulalım.

Eski Sıra (x_2)	1/2	1	0	1/100	12
Temel Sayı	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Temel Sıra (x_1)	1	0	1/2000	-1/100	3
Yeni Sıra (x_2)	0	1	1/4000	3/200	21/2

	c_j	600 x_1	800 x_2	0 S_1	0 S_2	Çözüm
600	x_1	1	0	1/2000	-1/100	3
800	x_2	0	1	1/4000	3/200	21/2
	z_j	600	800	1/2	6	10200
	$c_j-z_j=y_0$	0	0	-1/2	-6	

Görüldüğü gibi ikinci simpleks çözüm tablomuzda cj-zj satırında pozitif sayı bulunmamaktadır ve bu da bize optimal çözüme ulaştığımızı göstermektedir. Bu sonuçlara göre mobilya üreticisi elindeki kısıtlara göre, ***3 adet oturma odası grubu*** ve ***10,5 yatak odası grubu*** üreterek en yüksek kar miktarına ***(10.200)*** ulaşır.

Simpleks yöntem ile ilgili bu bilgileri verdikten sonra şimdi de Oyun Teorisi problemlerinin bu yöntem ile nasıl çözülebileceğini gösterelim. A ve B oyuncuları arasında oynanan bir oyunu ele alalım. Oyun matrisi,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1} & a_{m2}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{mn} \end{bmatrix}$$

şeklinde olsun. Bu oyunda A oyuncusunun stratejilerini, $p_1,p_2,\ldots\ldots\ldots,p_m$ olasılıkları ile B oyuncusunun da stratejilerini, $q_1,q_2,\ldots\ldots\ldots,q_n$ olasılıkları ile seçtiğini düşünelim.

$p_1 + p_2 + \ldots\ldots. + p_m = 1$ ve $q_1 + q_2 + \ldots\ldots. + q_n = 1$ olmak üzere;

$$Maksimum \quad x_0 = v$$

$$p_1 a_{11} + p_2 a_{21} + ... + p_m a_{m1} \geq v$$
$$p_1 a_{12} + p_2 a_{22} + ... + p_m a_{m2} \geq v$$
....
$$p_1 a_{1n} + p_2 a_{2n} + ... + p_m a_{mn} \geq v$$

$$p_1 + p_2 + ... + p_m = 1$$
ve
$$p_i \geq 0 \qquad i = 1, \; 2, ..., \; m$$

$$x_1 = \frac{p_1}{v}, \qquad x_2 = \frac{p_2}{v}, \qquad x_m = \frac{p_m}{v}$$

olarak ele alırsak, A oyuncusu için bütün eşitsizlikleri 1'e eşit hale dönüştürebiliriz:

$$Maksimum \quad x_0 = v$$

$$x_1 a_{11} + x_2 a_{21} + ... + x_m a_{m1} = 1$$
$$x_1 a_{12} + x_2 a_{22} + ... + x_m a_{m2} = 1$$
....
$$x_1 a_{1n} + x_2 a_{2n} + ... + x_m a_{mn} = 1$$

$$x_1 + x_2 + ... + x_m = \frac{1}{v}$$
ve
$$x_i = \frac{p_i}{v} \geq 0 \qquad i = 1, \; 2, ..., \; m$$

olarak belirlediğimizde;

$$Maksimum \quad v = \min \frac{1}{v} = \min(x_1 + x_2 + ... + x_m)$$

Problemin son kısıtlayıcısını kullanarak problemi doğrusal programlama problemi olarak A oyuncusu için ifade edebiliriz:

$$
\begin{aligned}
&Minimum \quad x_0 = 1/v = x_1 + x_2 + ...+ x_m \\
&a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + ...+ a_{m1}x_m \geq 1 \\
&a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + ...+ a_{m2}x_m \geq 1 \\
&... \\
&a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + ...+ a_{mn}x_m \geq 1 \\
&ve \\
&x_i \geq 0 \qquad\qquad i = 1,\ \ 2,..............,\ \ m
\end{aligned}
$$

xi için problemi çözümledikten sonra optimal stratejileri bulmak için aşağıdaki dönüşüm formülü kullanılır.

$$p_i = vx_i = x_i / x_0$$

B oyuncusu için de doğrusal programlama problemi benzer biçimde belirlenebilir:

$$
\begin{aligned}
&Maksimum \quad y_0 = v \\
&a_{11}q_1 + a_{12}q_2 + ...+ a_{1m}q_n \leq v \\
&a_{21}q_1 + a_{22}q_2 + ...+ a_{2n}q_n \leq v \\
&... \\
&a_{m1}q_1 + a_{m2}x_2 + ...+ a_{mn}q_n \leq v \\
&ve \\
&q_1 + q_2 + ...+ q_n = 1 \\
&ve \\
&q_j \geq 0 \qquad\qquad j = 1,\ \ 2,...............,\ \ n
\end{aligned}
$$

$y_i = q_j / v$ olarak ele alırsak, B oyuncusu için doğrusal programlama problemi,

$$
\begin{aligned}
&Maksimum \quad y_0 = 1/v = y_1 + y_2 + ...+ y_n \\
&a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + ...+ a_{1n}y_n \leq 1 \\
&a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + ...+ a_{2n}y_n \leq 1 \\
&... \\
&a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + ...+ a_{mn}y_n \leq 1 \\
&ve \\
&y_i \geq 0 \qquad\qquad j = 1,\ \ 2,..............,\ \ m
\end{aligned}
$$

y_j için problemi çözümledikten sonra optimal stratejileri bulmak için aşağıdaki dönüşüm formülü kullanılır.

$q_j = y_j / y_o$

Aslında B oyuncusu için çözülen problem aynı zamanda A oyuncusu için de çözülmüş olur. Çünkü B oyuncusu için çözülen problemin simpleks çözüm matrisinin aylak ve artık değişkenlerinin altındaki c_j-z_j satırındaki elemanlar, A oyuncusunun optimal stratejilerinin değerlerini yani dual değişken değerlerini vereceğinden problem A oyuncusu için de çözülmüş olur. Bu nedenle bir oyun matrisini sadece A veya B oyuncusu için çözmek, her iki oyuncunun da optimal stratejilerini elde etmemizi sağlar. Bunun yanında, ≤ yönündeki problemlerin çözümü yapay değişken gerektirmediğinden, çözüm sonucu daha kolay elde edilir. Bu nedenle kısıtlayıcı sayısı az olan ve ≤ yönündeki problemlerin çözümüne öncelik verilmelidir. Şimdi bu konu ile ilgili bir örnek çözerek, şu ana kadar biraz karmaşıkmış gibi görünen konuları daha da açıklığa kavuşturalım:

Örnek:

A ve B oyuncuları arasında oynanan oyunun değerini ve her iki oyuncunun optimal strateji vektörünü simpleks metodu yardımı ile bulalım.

		B oyuncusu		
		B_1	B_2	B_3
A oyuncusu	A_1	**3**	**2**	**1**
	A_2	**2**	**4**	**4**
	A_3	**5**	**1**	**6**

B oyuncusu için y_j teriminde çözümlenecek doğrusal programlama problemi;

Maksimum $y_0 = y_1 + y_2 + y_3$

Kısıtlayıcılar:

$3y_1 + 2y_2 + y_3 \leq 1$

$2y_1 + 4y_2 + 4y_3 \leq 1$

$5y_1 + y_2 + 6y_3 \leq 1$

ve

$y_1, y_2, y_3 \geq 0$

şeklinde ifade edilebilir. Simpleks metodu ile problemi çözmek için önce kısıtlayıcı denklemlerin sol tarafına S_1, S_2, S_3 aylak değişkenlerini ekleyelim.

Maksimum $y_0 = y_1 + y_2 + y_3 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3$

Kısıtlayıcılar

$3y_1 + 2y_2 + y_3 + S_1 = 1$

$2y_1 + 4y_2 + 4y_3 + S_2 = 1$

$5y_1 + y_2 + 6y_3 + S_3 = 1$

ve

y_1 , y_2 , y_3 , S_1 , S_2 , $S_3 \geq 0$

Şimdi de bu doğrusal programlama problemini simpleks metodu ile çözelim:

		1	1	1	0	0	0	
c_j		**y_1**	**y_2**	**y_3**	**S_1**	**S_2**	**S_3**	**Çözüm**
0	**S_1**	3	2	1	1	0	0	1
0	**S_2**	2	4	4	0	1	0	1
0	**S_3**	5	1	4	0	0	1	1*
	z_j	0	0	0	0	0	0	
	$c_j - z_j = y_0$	1*	1	1	0	0	0	

Temel Sıra	(y_1)	1	1/5	4/5	0	0	1/5	1/5
Eski Sıra	(S_1)	3	2	1	1	0	0	1
Eski sıra	(S_2)	2	4	4	0	1	0	1
Yeni Sıra	(S_1)	0	7/5	-7/5	1	0	-3/5	2/5
Yeni Sıra	(S_2)	0	18/5	12/5	0	1	-2/5	3/5

c_j		1 y_1	1 y_2	1 y_3	0 S_1	0 S_2	0 S_3	Çözüm
0	S_1	0	7/5	-7/5	1	0	-3/5	2/5
0	S_2	0	18/5	12/5	0	1	-2/5	3/5*
1	y_1	1	1/5	4/5	0	0	1/5	1/5
	z_j	1	1/5	4/5	0	0	1/5	1/5
	c_j-z_j=y_0	0	4/5*	1/5	0	0	-1/5	

Temel Sıra	(y_2)	0	1	2/3	0	5/18	-1/9	1/6
Eski Sıra	(S_1)	0	7/5	-7/5	1	0	-3/5	2/5
Eski sıra	(y_1)	1	1/5	4/5	0	0	1/5	1/5
Yeni Sıra	(S_1)	0	0	-35/15	1	-7/18	-20/45	5/30
Yeni Sıra	(y_1)	1	0	2/3	0	-1/18	10/45	5/30

c_j		1 y_1	1 y_2	1 y_3	0 S_1	0 S_2	0 S_3	Çözüm
0	S_1	0	0	-7/3	1	-7/18	-4/9	1/6
1	y_2	0	1	2/3	0	5/18	-1/9	1/6
1	y_1	1	0	2/3	0	-1/18	2/9	1/6
	z_j	1	1	4/3	0	2/9	1/9	1/3
	c_j-z_j=y_0	0	0	-1/3	0	-2/9	-1/9	

İkinci simpleks çözüm matrisi optimal çözümü vermektedir. Buna göre B oyuncusunun optimal strateji vektörünü belirleyecek değerler, doğrusal programlama ile; $\mathbf{y_1 = 1/6, y_2 = 1/6}$ olup $\mathbf{S_1}$ aylak değişken olduğu için gerçek değeri yoktur.
Oyunun değeri ise;

$v = \frac{1}{y_0} = \frac{1}{1/3} = 3$ 'tür.

B oyuncusunun optimal stratejileri ise;

$q_1 = y_1.v$ $\qquad$ $q_2 = y_2.v$

$q_1 = \frac{1}{6} * 3 = 0.5$ $\qquad$ $q_2 = \frac{1}{6} * 3 = 0.5$

olarak bulunur. B oyuncusu %50 oranda B_1 stratejisini ve %50 oranda B_2 stratejisini uygularsa rakibi A oyuncusunun kabul edebileceği bir düzeyde oyun değeri belirlemiş olacaktır. Bu değerde V = 3'tür.

B oyuncusu için stratejiler vektörünü saptayan optimal simpleks çözüm matrisinin primal-dual ilişkileri göz önüne alınarak, A oyuncusunun da stratejiler vektörü bulunur. Primal problemin optimal simpleks çözümünde aylak değişkenler altındaki $c_j–z_j$ satırındaki elemanlar ters işaretli olarak dual problemin temel değişkenlerinin değerleri olmaktadır ve dual değişken değerler A oyuncusunun optimal stratejileri olacaktır. Bu sonuçlara göre de;

$x_1 = 0$, $x_2 = 2/9$, $x_3 = 1/9$,
$x_0 = 1/3$, $V = 1/x_0 = 3$

olarak bulunur. A oyuncusunun gerçek optimal stratejilerinin vektörü ise;

$p_2 = x_2.v$ $\qquad$ $p_3 = x_3.v$

$p_2 = \frac{2}{9} * 3 = 0.66$ $\qquad$ $p_3 = \frac{1}{9} * 3 = 0.33$

olarak bulunur. Buna göre A oyuncusu A_2 stratejisini %66 ve A_3 stratejisini %33 oranlarında kullanırsa en yüksek kazanç değerine ulaşacaktır. Böylece oyunun çözümü tamamlanmış olmaktadır.

II. BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ
VE
TÜRKİYE

1.AVRUPA BİRLİĞİ

1.1. Tarihçe

Avrupa Birliği barışı korumak, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi pekiştirmek amacı ile bir araya gelmiş 27 üye devletten oluşmaktadır. Avrupa Birliği'nin kurulması ve birliğin bugünkü halini alması özellikle son 60 yılda yaşanan önemli gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle birliğin kuruluşu ile ilgili aşamaları adım adım incelememizin daha faydalı olacağı kanaatindeyim:

Avrupa Konseyi (1949)

Avrupa'da ortak bir birliğin oluşturulması fikri tarih boyunca Avrupalı bilim adamlarını, tarihçileri, filozofları cezbetmiştir. I. Dünya Savaşı sonrasında Avrupa'da bir **"Birliğin"** oluşturulmasına yönelik önemli fikirler üretilmiş olmasına rağmen bunların olgunlaşıp benimsenmesi ancak II. Dünya Savaşı sonrasında mümkün olmuştur. Bu sürecin ilk sonucu, siyasi temelli ve insan haklarını koruma, çoğulcu demokrasiyi sağlama amaçları üzerine kurulmuş bir uluslararası örgüt olan *Avrupa Konseyi*'nin 1949 yılında Strasbourg'da kurulması olmuştur.

Schuman Planı(1950) ve Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu(1951)

9 Mayıs 1950'de Fransız Dışişleri Bakanı Robert Schuman, Eski Milletler Cemiyeti Genel Sekreteri Jean Monnet'nin tasarısına dayanan ve Birleşik Avrupa'nın temellerini atan *Schuman Planı*'nı yayınlamıştır. Schuman Planı, Avrupa'da barışın kurulabilmesi için Fransız-Alman dostluğunun şart olduğunu belirtiyor ve bu çekirdek etrafında Avrupa'nın bütünleşmesi gerektiği görüşünü esas alıyordu. Plana göre, yüzyıllardır Avrupa'da süregelen Fransız-Alman çekişmesini ortadan kaldırmanın yolu, yüksek bir otoritenin yönetimi altında, Fransız-Alman ortak kömür ve çelik üretimini sağlamak ve söz konusu örgütü bütün Avrupa ülkelerinin katılımına açık tutmaktı. Bu çerçevede, 1951 yılında Federal Almanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika ve Lüksemburg, Paris'te imzaladıkları bir Antlaşma ile

Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu'nu (AKÇT) kurmuşlardır. Böylece AKÇT ile devletler, tarihte ilk defa, kendi iradeleri ile ulusal egemenliklerinin bir kısmını uluslar üstü bir kuruma devretmişlerdir.

AET (1957) ve EURATOM (1958)

Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu'nun kurulmasından sonra, Avrupa Savunma Topluluğu ile Avrupa Siyasal Topluluğu'nun oluşturulmasına yönelik girişimler meydana gelmiş ancak bu çabalar sonuçsuz kalmıştır. Bir taraftan NATO'nun kurulması, diğer taraftan Avrupa bütünleşmesinin önce ekonomik alanda gerçekleşmesinin daha gerçekçi olacağı düşüncesi, çabaları ekonomik alanda yoğunlaştırmış ve 25 Mart 1957'de Roma'da *Avrupa Ekonomik Topluluğu*'nu (AET) kuran antlaşma Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu üyesi 6 ülke tarafından imzalanmıştır. AET gibi *Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu* (EURATOM) da 1 Ocak 1958 tarihinde yürürlüğe giren Roma Antlaşması ile kurulmuştur. 1965'de kurucu üyelerin imzalamış oldukları *"Birleşme Antlaşması"* (füzyon antlaşması) sonucunda, AKÇT, AET ve EURATOM için tek bir Konsey, Komisyon ve Parlamento oluşturulmuş, bütçeleri birleştirilmiş ve "Avrupa Toplulukları" terimi kullanılmaya başlamıştır.

Schengen Antlaşması(1985)

14 Haziran 1985 tarihinde Almanya, Belçika, Fransa, Lüksemburg ve Hollanda tarafından imzalanan Schengen Antlaşması; taraf ülkelerin ortak sınırlarında kişilere tüm vize ve gümrük işlemlerinin kaldırılması ve üçüncü ülke vatandaşlarına yönelik ortak vize ve gümrük işlemleri uygulanmasını öngörmüştür. İtalya (1990), İspanya ve Portekiz (1991), Yunanistan (1992), Avusturya (1995), İsveç, Finlandiya ve Danimarka (1996) da bu antlaşmayı imzalayan ülkeler arasına katılmıştır. Birlik üyesi olmayan İzlanda ve Norveç'in de AB'nin serbest dolaşım alanına dahil edilmesi amacıyla, bu iki ülke ile 18 Mayıs 1999 tarihinde anlaşma yapılmıştır. 5 Haziran 2005 tarihinde de İsviçre, yapılan referandum sonucu Schengen Anlaşması'nı kabul etmiştir.

Maastricht Antlaşması(1992)

Avrupa Topluluğu'nda tek para birimi ve ortak bir Merkez Bankası sistemine dayalı bir "ekonomik ve parasal birlik" ile ortak dış politika ve savunma politikası perspektiflerine dayalı "siyasi birlik" kurulmasını öngören ve Avrupa Birliği'ni kuran Maastricht Antlaşması ise 7 Şubat 1992 tarihinde imzalanmış ve 1 Kasım 1993 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Maastricht Antlaşması ekonomik faaliyetlerin uyumlu ve dengeli gelişimini; enflasyonsuz, sürdürülebilir ve çevre korumasına önem veren bir büyümenin sağlanmasını; üye ülke ekonomilerinin uyum içinde birbirlerine yaklaşmasını ve Avrupa vatandaşları için daha güçlü bir birlik yaratılmasını hedeflemiştir. Antlaşma kapsamında,

- Tek paraya geçilmesini sağlayacak bir ekonomik ve parasal birliğin kurulması;

- AB vatandaşlarına yaşadıkları ülkenin belediyelerinde seçme ve seçilme hakkı veren bir Avrupa vatandaşlığının oluşturulması;

- Avrupa güvenliğini sağlayacak ve demokrasi ve insan hakları gibi ortak değerleri savunacak bir ortak dış ve güvenlik politikasının meydana getirilmesi;

- Birliğin iç güvenliğini sağlamak üzere hukuk ve içişlerinde işbirliğinin sağlanması;

konuları ele alınmıştır. Ayrıca, Maastricht Antlaşması'nda, üye devletlerin makroekonomik yaklaşım kriterlerine uyum sağlaması için de bazı şartlar konulmuştur:

- Her üyenin yıllık ortalama enflasyon oranı, fiyat artışını en düşük üç üye devletin yıllık enflasyon oranı ortalamasını en fazla 1.5 puan geçebilecektir.

- Üye devletlerin planlanan, ya da fiili kamu açıklarının gayri safi yurtiçi hasılalarına oranının yüzde 3'ü aşmaması gerekmektedir.

- Üye devletlerin planlanan, ya da fiili kamu borç stoklarının, gayri safi yurtiçi hasılalarına oranının yüzde 60'ı geçmemesi zorunludur.

- Her üye devlet, fiyat istikrarı bakımından en iyi sonucu sağlayan üç üye devletin ortalama nominal uzun vadeli faiz oranını en fazla 2 puan aşabilecektir.

- Üye devletlerin ulusal paraları, Avrupa Döviz Kuru Mekanizmasının izin verdiği "normal" dalgalanma marjı içinde kalmalıdır. (Şu an için yüzde 15, ancak hemen hemen bütün ülkeler yüzde 2.25 marjı içinde kalmaktadır.)

Bu gelişmeler neticesinde, Maastricht Antlaşması ile Avrupa Toplulukları (AKÇT, AET, EURATOM) Avrupa Birliği (AB) bünyesine dahil edilmiştir.

Kopenhag Zirvesi(1993)

Haziran 1993'te AB Devlet ve Hükümet Başkanlarının, AB'nin Merkez ve Doğu Avrupa Ülkelerini (MDAÜ) kapsayacak şekilde genişlemesi yönünde karar aldıkları Kopenhag Zirvesi'nde, AB'ye üyelik kıstasları belirlenmiştir. "Kopenhag Kriterleri" olarak bilinen bu koşullar, AB üyelik başvurusu kabul edilen tüm aday ülkeler tarafından yerine getirilmesi gereken asgari koşulları ifade etmektedir. Siyasi ve ekonomik kriterler ile müktesebat uyumu olmak üzere üç grupta toplanan bu koşullar şunlardır:

- Siyasi Kriterler: Avrupa Birliği Anlaşması'nın tam üyelikle ilgili maddesine eklenen demokrasinin güvence altına alındığı istikrarlı bir kurumsal yapı, hukukun üstünlüğü, insan hakları ve azınlık haklarına saygı koşullarıdır.

- Ekonomik Kriterler: İyi işleyen bir pazar ekonomisi ve AB içindeki piyasa güçlerine ve rekabet baskısına karşı koyabilme kapasitesidir.

- Topluluk Müktesebatının Kabulü: AB'nin çeşitli siyasi, ekonomik ve parasal hedeflerine bağlılık.

Amsterdam Zirvesi(1997)

Birlik, 1 Ocak 1995'ten itibaren "Avrupa Birliği" (AB) olarak anılmaya başlanmıştır. Tek para birimine geçiş ve AB'nin genişlemesine ilişkin sürecin belirlenebilmesi amacıyla Mart 1996'da başlatılan Hükümetlerarası Konferans 16-17 Haziran 1997 tarihlerinde gerçekleştirilen Amsterdam Zirvesi ile tamamlanmıştır. Zirve toplantısında, AB'nin 5. genişleme sürecine başlaması ve 1 Ocak 1999 tarihinde tek para birimi olan Euro'ya geçilmesi teyit edilmiştir. Ayrıca Ortak Dışişleri ve Savunma Politikası, Adalet ve Güvenlik Politikası ve Maastricht Antlaşması üzerindeki bazı değişiklikleri içeren Amsterdam Antlaşması imzalanmış ve bu antlaşma Mayıs 1999'da yürürlüğe girmiştir.

Lüksemburg Zirvesi(1997)

12-13 Aralık 1997 tarihlerinde yapılan Lüksemburg Zirvesi'nde ilk kez, 11 aday ülke arasında bir sınıflandırma söz konusu olmuştur. Kopenhag siyasi kriterlerini karşılayarak müzakerelere başlayan ülkeler (Çek Cumhuriyeti, Estonya, Macaristan, Polonya, Slovenya ve GKRY) "ilk dalga", siyasi kriterleri yerine getirmemiş ve henüz müzakereye hazır görünmeyen diğer ülkeler (Bulgaristan, Letonya, Litvanya, Romanya ve Slovakya) ise "ikinci dalga" ülkeleri olarak adlandırılmıştır. Bu ülkelerin mevzuatlarının ana başlıklar itibariyle Topluluk müktesebatına uyumunu tespit etmek amacıyla bir analitik inceleme süresi başlatılmıştır.

Genişleme süreci bir yandan devam ederken, AB, derinleşme çabalarını da sürdürmüştür. 1 Ocak 1999 tarihinde Euro, 11 üye ülkede (Almanya, Avusturya, Belçika, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya, İtalya, Lüksemburg, Portekiz) resmi para birimi haline gelmiş ve üye ülkelerin ulusal paralarının Euro'ya dönüşüm oranları geri dönülemez bir şekilde sabitlenmiştir. Danimarka ve İngiltere ile katılım şartlarını karşılayamayan Yunanistan ve İsveç ise "adaylar" olarak kalmışlardır. 1 Ocak 2002'de Avrupa ortak para birimi Euro, 12 ülkede resmen tedavüle girmiş, banknot ve madeni para olarak kullanılmaya başlanmıştır. İyileşen ekonomik durumu sayesinde Yunanistan da Euro alanı için katılımcı ülke olmaya hak kazanmıştır.

Lizbon Zirvesi(2000)

23-24 Mart 2000 tarihlerinde gerçekleştirilen Lizbon Zirvesi'nde ise, AB'nin istihdamı güçlendirmeye ve bilgi üzerine kurulu bir ekonomi çerçevesinde ekonomik reform ve sosyal uyumu gerçekleştirmeye yönelik yeni stratejisi tanımlanmıştır. Lizbon Stratejisi olarak adlandırılan bu yeni yaklaşım ile başlayan süreç çerçevesinde AB'nin 2010 yılına kadar; "daha çok sayıda ve daha iyi iş ve daha büyük bir toplumsal uzlaşmayla, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilecek, bilgiye dayalı dünyanın en rekabetçi ve dinamik ekonomisi" haline getirilmesi amaçlanmıştır. Ancak Lizbon Stratejisi'nin kabul edilmesinden 2005 yılına dek geçen beş yıllık süre içinde öngörülen hedeflere ulaşılamadığı gözlemlenmiştir. Bunun üzerine AB Komisyonu tarafından Lizbon Stratejisi'ni canlandırmak üzere 2005-2010 dönemi için yeni bir Sosyal Gündem oluşturularak 9 Şubat 2005 tarihinde açıklanmıştır.

Brüksel Zirveleri(2004-2005)

Avrupa için bir Anayasa oluşturan Antlaşma Taslağı, 17-18 Haziran 2004 tarihlerinde Brüksel'de gerçekleştirilen Zirve sonunda kabul edilmiştir. AB Anayasası, üye ve aday ülke liderleri tarafından Roma'da imzalanmış böylece 29 Ekim 2004 tarihinde son şeklini almıştır. AB Anayasası, Avrupa Birliği üye ülkelerinin siyasi bir birlik kurma yolunda attıkları en önemli adımı teşkil etmekte ve

AB’nin temelini oluşturan kurucu antlaşmalar ile bugüne kadar onları değiştiren tüm antlaşmaları tek ve yeni bir metinde bütünleştirmektedir.

12 Ocak 2005 tarihinde Avrupa Parlamentosu tarafından kabul edilen Anayasa’nın yürürlüğe gireceği tarih olarak Anayasal Antlaşma’da 1 Kasım 2006 belirtilmiştir. Ancak Anayasa’nın yürürlüğe girebilmesi için tüm üye ülkeler tarafından onaylanması gerekmektedir. Şu anda üye ülkeler, kendi Anayasaları tarafından belirlenen sisteme göre –parlamento veya referandum kanalıyla- onay sürecini sürdürmektedir. Ancak, üye devletlerden birinin dahi Anayasal Antlaşma’da belirtilen tarihe dek onaylamaması halinde yürürlüğe giremeyecek olan AB Anayasası zorlu bir onay süreci geçirmektedir. Özellikle, Fransa ve Hollanda’da gerçekleştirilen referandumlarda çıkan “hayır” kararı olumsuz etki yaratmıştır. Bu durum karşısında, 16–17 Haziran 2005 tarihlerinde Brüksel’de düzenlenen AB Hükümet ve Devlet Başkanları Zirvesi’nde, AB Anayasası onay sürecine ilişkin olarak, referandumlardan çıkan “hayır” sonuçlarının üye ülkeler arasında “domino etkisi” yaratmasını önlemek için onay sürecine bir yıl ara verilmesine karar verilmiştir. İngiltere, İrlanda, Portekiz, Danimarka, Çek Cumhuriyeti ve Slovenya karara uygun olarak onay sürecini dondururken, Güney Kıbrıs ve Lüksemburg gibi bazı üyeler süreci durdurmayarak AB Anayasasına onay vermiştir.

Yaklaşık 60 yıllık bir süreç içerisinde yukarıda belirttiğimiz safhaları geçen ve 1 Ocak 2007 tarihinde Bulgaristan ve Romanya’nın da birliğe üyeliğe ile üye sayısını 27’ye çıkaran AB'nin, gelişiminin bu noktada da kalmayıp devam etmesi ve süper güç olma yolunda ilerlemesi muhtemel görünmektedir.

1.2. Avrupa Birliği’nin Hedefleri

Birliğin elbette ki burada sayamayacağımız kadar çok ana ve alt hedefleri mevcuttur. Ancak bu hedefleri genel olarak 6 başlık altında toplarsak, Avrupa Birliği’nin temel var oluş nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- İnsanlığa barış, zenginlik ve mutluluk sağlamak,

- Kıta içindeki kargaşalara son vermek,
- Avrupa Vatandaşlığı kavramının oluşturulması,
- Özgürlük, güvenlik ve adaletin güvence altına alınması,
- Ekonomik ve sosyal gelişmenin desteklenmesi,
- Dünyada Avrupa'nın rolünün vurgulanması

1.3. Avrupa Birliği'nin Kurumları

Avrupa Birliği'ni benzeri ekonomik birlikler veya işbirliği yaptığı kuruluşlardan ayıran en büyük özellik kurumsal yapısıdır. Birliği yöneten kurumlar şunlardır: Demokratik yollarla seçilen Parlamento, üye devletleri temsil eden ve bakanlardan oluşan Konsey, Avrupa Devlet ve Hükümet Başkanları Doruğu, antlaşmaların koruyucusu olan Komisyon, topluluk hukukuna uyulmasını sağlayan Adalet Divanı ve birliğin mali yönetimini izleyen Sayıştay. Ayrıca ekonomik, sosyal ve bölgesel çıkar gruplarını temsil eden çeşitli danışma kurulları vardır. Birliğin dengeli gelişimine katkıda bulunan projelerin finansmanını kolaylaştırmak amacıyla kurulmuş olan bir Avrupa Yatırım Bankası bulunmaktadır. Bunlardan başka Avrupa Para Enstitüsü, Avrupa Merkez Bankası ve denetleme kurumu ve şikayet mercii olan Ombudsman bulunmaktadır.

Avrupa Parlamentosu

Avrupa Parlamentosu, 455 milyon Avrupa vatandaşının temsilcilerinden oluşur. 1979 yılından beri beş yılda bir doğrudan oyla seçilen Avrupa Parlamentosu üyelerinin sayısı 6. dönemde (2004-2009) 732'dir. Üye ülkeler, Avrupa Parlamentosu'nda nüfusları oranında sandalye sayısına sahiptirler. Ancak, AP milletvekilleri, mensubu oldukları ülkeden bağımsız olarak, AP'deki siyasi grupların içinde faaliyet gösterirler. Günümüzde AP'de 7 siyasi grubun yanı sıra herhangi bir siyasi gruba bağlı olmayan bağımsız milletvekilleri de yer almaktadır. AP Başkanı milletvekiller arasından, üyelerin salt çoğunluğu ile seçilir ve 2.5 yıl görev yapar. Şu anda Avrupa Parlamentosu Başkanlığı'nı, 2007 yılı Ocak ayındaki Genel Kurul'da

689 geçerli oyun 450'sini alan Alman muhafazakar Hans-Getter Pöttering üstlenmiştir.

Tüm Parlamentolar gibi Avrupa Parlamentosu'nun üç temel yetkisi vardır: Yasama, denetim, bütçe. Bu çerçevede AP, Komisyon'un önerilerini inceler ve Konsey ile birlikte yasama sürecine katılır, yönelttiği yazılı veya sözlü sorularla başta Komisyon olmak üzere tüm AB kurumlarını denetleme yetkisine sahiptir. Ayrıca AP, AB'nin yıllık bütçesini onaylamak ve uygulanmasını denetlemek suretiyle Konsey ile birlikte bütçe yetkisini paylaşır.

Avrupa Konseyi

Bakanlar Konseyi, AB'deki ana karar alma merciidir. Her bir üye ülkenin Dışişleri Bakanları'ndan oluşur. Ancak konuyla ilgili bakanlar düzeyinde temsilcilerden de oluşabilir. Konsey Başkanı'nın girişimi veya Komisyon üyelerinin talebi üzerine gündemdeki konulara göre üye ülkelerin ilgili bakanları nezdinde toplanır. Örneğin, Bakanlar Konseyi, tarım ve balıkçılığa ilişkin konuları tartışacaksa, üye ülkelerin tarım ve balıkçılık bakanları "Tarım ve Balıkçılık Konseyi" olarak toplanır. Konseyin, yasama, bütçe onaylanması, uluslararası anlaşmaların imzalanması, AB'nin dış ve güvenlik politikasının geliştirilmesi gibi önemli sorumlulukları vardır. AB üyesi her ülke, dönüşümlü olarak Konsey başkanlığını altı ay süresince üstlenir.

Avrupa Zirvesi

Avrupa Zirvesi, AB'ne üye ülkelerin devlet ve hükümet başkanlarıyla Avrupa Komisyonu Başkanını, kurulmuş olduğu 1974 yılından beri, yılda en az iki kez bir araya getirir. Avrupa Zirvesi olarak adlandırılan bu toplantılarda liderler önemli konuları ve AB Bakanlar Konseyi'nde çözümlenemeyen ihtilafları tartışırlar. Genel olarak Brüksel'de gerçekleştirilen toplantılara Dışişleri Bakanları ve bir Komisyon üyesi de katılır. Her toplantı sonunda Başkanlık Sonuç bildirisi yayımlanır. Türkiye'nin AB'ye aday ülke konumu, 1999'daki Helsinki Zirvesi'nde oybirliğiyle kabul edilmiştir. Konsey, AB'nin ana karar verme kuruluşudur ve üye ülkeler arasında ekonomik ve siyasi kararların yerine getirilmesi için koordinasyon rolü oynar.

Avrupa Komisyonu

Avrupa Komisyonu'nun dört temel görevi vardır: Avrupa Parlamentosu'na ve Konsey'e yasa önerisinde bulunmak; AB politikaları ve bütçesini yönetmek ve uygulamak; Avrupa Adalet Divanı ile birlikte Avrupa mevzuatının uygulanmasını sağlamak; AB'yi uluslararası düzeyde temsil etmek (örneğin AB ve diğer ülkeler arasındaki anlaşmaları müzakere etmek). Komisyon, üye devletlerin çıkarlarını temsil eden Konsey'in aksine, hükümetlerden bağımsızdır ve genel AB çıkarlarını korur. Bu çerçevede, Komisyon üyeleri 5 yıl sürecek görevlerine başlamadan önce tarafsızlık yemini ederler. Komisyon, icraatlarından Avrupa Parlamentosu karşısında siyasi olarak sorumludur. Bu çerçevede AP, güvensizlik önergesi vererek Komisyon'un görevine son verme yetkisine sahiptir.

Kasım 2004'te göreve başlayan yeni Komisyon, her üye ülkeden birer Komisyon üyesi olmak üzere toplam 25 üyeden oluşmaktadır. AB Konseyi tarafından nitelikli oy çokluğu ile belirlenen Komisyon Başkanı adayı, AP'nin onayını aldıktan sonra, üye devletlerin önerileri doğrultusunda AB Konseyi ile birlikte Komisyon üyeleri listesini oluşturur. Nihai listenin AB Konseyi'nin nitelikli oy çokluğu ile onaylanmasını takiben, Komisyon Başkanı ve Komisyon üyeleri AP onayına sunulur. AP onayı alındıktan sonra, AB Konseyi, Komisyon Başkanı ve üyelerini nitelikli oy çokluğu ile atar.

Avrupa Birliği Adalet Divanı

AB mevzuatının tüm üye devletlerde aynı şekilde yorumlanması ve uygulanmasını sağlamakla görevlidir. Adalet Divanı üye devletler, AB kurumları, işletmeler ve kişiler arasındaki anlaşmazlıkların çözümlenmesi yetkisine sahiptir. Yetkisi, sadece ilgili Topluluk tasarrufunun yorumlanması veya geçerliliği konusunda karar verilmesi ile sınırlıdır; ulusal anlaşmazlıklarla ilgili karar verme yetkisi yoktur. Kararları bağlayıcıdır. Divan, her üye devletten birer tane olmak üzere 27 hakimden ve 8 savcıdan (Adalet Divanı'nın talep etmesi halinde Bakanlar Konseyi oybirliği ile sayının artırılmasına karar verebilir) oluşur.

Ekonomik ve Sosyal Komite

Başta işverenler, sendikalar, çiftçiler, tüketiciler ve diğer çıkar grupları olmak üzere sivil toplumun görüşlerini temsil eden ve çıkarlarını koruyan bir danışma organı ve AB karar alma sürecinin ayrılmaz parçasıdır. Ekonomik ve Sosyal Komite, üye devletler tarafından 4 yıl için atanan 344 üyeden oluşur. Komite işverenler, işçiler ve diğer ekonomik gruplar olmak üzere üç ana gruptan oluşur. Ekonomik ve Sosyal Komite yılda yaklaşık 170 görüş bildiriminde bulunmaktadır. Kömür ve çelikle ilgili konularda başka bir organa, AKÇT Danışma Komitesi'ne başvurulur.

Bölgeler Komitesi

Ekonomik ve Sosyal Komite ile benzer şekilde bir danışma organı olan Bölgeler Komitesi, AB karar alma sürecinde bölgesel ve yerel görüşlerin dikkate alınmasını sağlar. Bölgesel politika, çevre, eğitim, gençlik, ulaştırma gibi yerel ve bölgesel yönetimleri ilgilendiren konularda karar alınırken Bölgeler Komitesi'ne danışılması gerekmektedir.

Sayıştay

Merkezi Lüksemburg'da bulunan Sayıştay 1975 yılında kurulmuş olup, Avrupa Birliği bütçesinin kurallara ve amaca göre kullanılmasını garanti eder. Sayıştay AB fonlarının yönetimini ayrıntılı bir şekilde kontrol eder. Bu nedenle AB fonlarını kullanan kurum ve organlar Sayıştay'ın denetimine tabiidir ve istenen belge ve bilgileri Sayıştay'a vermekle yükümlüdür. Sayıştay her yıl rapor yayınlayarak Topluluk fonlarının yönetilmesiyle ilgili gözlemlerini aktarır.

Avrupa Para Enstitüsü ve Avrupa Merkez Bankası (AMB)

Avrupa Merkez Bankası (ECB), Avrupa Para Birliği'nin oluşmasından itibaren, 1 Haziran 1998 de faaliyete geçmiş, yeni para birimi Euro da, 1 Ocak 1999'da bankacılık işlemlerinde kullanılmaya başlanmış ve 1 Ocak 2002'de tedavüle çıkarılmıştır. Merkezi Frankfurt'ta bulunan Avrupa Para Enstitüsü, 1994 yılından bu yana bunun zeminini hazırlamıştır. Euro'yu kabul eden ülkeler, 'Euro sistemi' veya 'Euro bölgesini' meydana getirmektedirler. Tüm AB üyeleri ise 'Avrupa Merkez Bankaları Sistemini' oluşturmaktadır. Avrupa Merkez Bankası, Avrupa Birliği'nin para politikalarını oluşturur ve yürütür, döviz operasyonlarını yönlendirerek ödemeler sisteminin düzgün çalışmasını sağlar. Merkezi Frankfurt'ta olan Banka, ayrıca üye ülkelerden 12'sinin kabul ettiği para birimi Euro'yu ihraç eder ve korur. Bankanın görevleri arasında ayrıca üye ülkelerinde fiyat istikrarı sağlamak ve faiz oranlarını belirlemek bulunmaktadır. Tam bağımsız çalışan Avrupa Merkez Bankası'na, üye ülkelerin hükümetleri, hiçbir şekilde müdahale edemez. Buna rağmen banka, AB üye ülkeleri hükümetleri ve merkez bankaları ile yakın bir işbirliği çerçevesinde çalışır.

Avrupa Yatırım Bankası (AYB)

Avrupa Birliği'nin finans kurumu olan Avrupa Yatırım Bankası 1958'de Roma Antlaşması ile Birliğin hedeflerini gerçekleştirmesine yardımcı olacak yatırımları finanse etmek amacıyla kurulmuştur. AYB tüzel kişiliğe ve mali özerkliğe sahiptir. Bankanın merkezi Lüksemburg'dadır. AYB'nin öncelikli hedefi Avrupa Birliği'nin dengeli gelişimine katkıda bulunmaktır. Bunun yanı sıra trans-Avrupa ulaşım ve telekomünikasyon ağlarının geliştirilmesine, çevrenin korunmasına, enerji kaynaklarının devamlılığının sağlanmasına ve endüstri ve küçük işletmelerin uluslararası düzeyde rekabet gücünün artırılmasına yönelik projelere finansman sağlamaktadır. AB içerisinde ekonomik açıdan geri kalmış bölgelerin kalkınması amaçlı projelerin yanı sıra Akdeniz, Afrika, Karayip ve Pasifik, Latin Amerika ve Asya ülkelerindeki projeleri destekler.

Ombudsman

Ombudsman pozisyonu Maastricht Antlaşması tarafından oluşturulmuştur. Ombudsman, Avrupa Birliği ülkelerinde ikamet eden kişilerin, kuruluşların ve şirketlerin haklarını her hangi bir kötü yönetim uygulaması karşısında korumakla görevli denetleme kurumu ve şikayet merciidir. Avrupa Komisyonu, Avrupa Birliği Konseyi, Avrupa Parlamentosu, Avrupa Çevre Kurumu, Avrupa Çalışma Güvenliği ve Sağlık Kurumu Ombudsman'ın incelemeye alabileceği Topluluk kurumlarından bazılarıdır. Maastricht Antlaşması ile (1992) kurulan Ombudsman, kötü, yetersiz veya başarısız yönetim, ayrımcılık, yetkinin kötüye kullanılması gibi konularda gelen şikayetleri inceler. AB üyesi devletlerin vatandaşları veya üye ülkelerde ikamet eden şahıslar Ombudsman'a şikayette bulunabilirler. Ombudsman'a iletilen şikayetlerin çoğunluğu idari gecikmeler, şeffaflık eksikliği ya da bilgi erişimin reddedilmesi gibi konularla ilgilidir. Ombudsman, Avrupa Parlamentosu tarafından 5 yıllık süre için seçilir. Yardımcı sekretaryası bulunmaktadır. Merkezi, Strasbourg'daki Avrupa Parlamentosu binasındadır. Ombudsman tamamen bağımsız ve tarafsız çalışır, hiçbir ülke veya kurumdan tavsiye veya bilgi almaz.

1.4. Avrupa Topluluğu'nun Genişleme Süreci ve Üye Ülkeler

Roma Antlaşması'nın 1958 yılında yürürlüğe girmesinden sonra, gerek Avrupa Toplulukları'nın temellerini atma (AKÇT, EURATOM, AET) bakımından, gerekse de Roma Antlaşması'nda yer alan politikaların uygulanması açısından başarılı bir dönem başlamıştır. Üye devletler arasındaki Gümrük Birliği, Roma Antlaşması'nda öngörülen tarihten bir buçuk yıl önce, 1 Temmuz 1968'de tamamlanmış, ulaştırma ve enerji alanlarındaki gecikmelere rağmen AET, "geçiş dönemi" adı verilen ilk uygulama devresinin sonunda 31 Aralık 1969 tarihinde Antlaşma ile saptanan hedeflerin çoğuna ulaşmayı başarmıştır.

Avrupa Topluluğu'nun elde ettiği başarılar diğer Avrupa devletlerinin dikkatini çekmiş, çeşitli ülkeler çeşitli yıllarda birlikte yer alabilmek için başvurularda bulunmuştur. Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğunun (AKÇT) kurulmasına ilişkin Paris Anlaşması (1951) ile Avrupa Ekonomik Topluluğunun (AET) ve EURATOM' UN kurulmasına ilişkin Roma Anlaşması (1957) altı kurucu üye Belçika, Fransa, Almanya, İtalya, Lüksemburg ve Hollanda tarafından imzalanmıştır. AB bundan sonra ardı ardına farklı genişleme süreçlerinden geçmiştir. Yapılan müzakereler sonucu 6 üye ülke ile yola çıkan birlik bugün tam 27 ülkenin üyeliğinin bulunduğu bir dev haline gelmiştir. Şu anda AB'ye üye ülkeleri ve bu ülkeler ile ilgili temel bilgileri Tablo 2 yardımı ile gösterelim:

Tablo 2 : Son Genişlemeden Sonra AB Üyesi Ülkeler

AB ÜYESİ ÜLKELER					
	Ülke Adı	**Giriş Yılı**	**Yüzölçümü (m2)**	**Nüfus (milyon)**	**Başkenti**
1	Almanya	Kurucu	356.854	82.000.000	Berlin
2	Fransa	Kurucu	550.000	60.900.000	Paris
3	İtalya	Kurucu	301.263	58.800.000	Roma
4	Hollanda	Kurucu	41.864	16.300.000	Amsterdam
5	Belçika	Kurucu	30.158	10.500.000	Brüksel
6	Lüksemburg	Kurucu	2.586	500.000	Lüksemburg
7	İngiltere	1973	242.500	60.400.000	Londra
8	Danimarka	1973	43.094	5.400.000	Kopenhag
9	İrlanda	1973	70.000	4.200.000	Dublin
10	Yunanistan	1981	131.957	11.100.000	Atina
11	İspanya	1986	504.782	43.800.000	Madrid
12	Portekiz	1986	92.072	10.600.000	Lizbon
13	Avusturya	1995	83.858	8.300.000	Viyana
14	Finlandiya	1995	338.000	5.300.000	Helsinki
15	İsveç	1995	450.000	9.000.000	Stokholm
16	Çek Cum.	2004	79.000	10.300.000	Prag
17	Estonya	2004	45.000	1.400.000	Tallinn
18	Letonya	2004	65.000	2.300.000	Riga
19	Litvanya	2004	65.300	3.400.000	Vilnius
20	Güney Kıbrıs	2004	-	-	-
21	Macaristan	2004	93.000	10.100.000	Budapeşte
22	Malta	2004	316	400.000	Valletta
23	Polonya	2004	313.000	38.100.000	Varşova
24	Slovakya	2004	49.000	5.400.000	Bratislava
25	Slovenya	2004	20.000	2.000.000	Ljubljana
26	Bulgaristan	2007	111.000	7.700.000	Sofya
27	Romanya	2007	238.000	21.600.000	Bükreş
	TOPLAM		**4.317.604**	**489.800.000**	

AB'nin yaşamış olduğu en son genişleme, aday sayısı, yüzölçümü, nüfus ve değişik tarih ve kültürlerin zenginliği dikkate alındığında, kapsam ve çeşitlilik açısından benzersiz olduğu için, eşsiz bir meydan okuma niteliğindedir. Üçüncü ülkeler genişlemiş bir Avrupa Birliği'nden önemli ölçüde yarar sağlayacaklardır. Yalnızca mevcut Üye Devletlerde değil, aynı zamanda genişlemiş Birliğin Tek Pazarında da tek bir dizi ticaret kuralı, tek bir tarife ve tek bir dizi idari usul uygulanacaktır. Bu durum üçüncü ülke işletmecilerinin Avrupa'da iş yapmasını basitleştirecek, ticaret ve yatırım koşullarını iyileştirecektir.

2. KATILIM MÜZAKERELERİ

2.1. Sürecin Aktörleri

Müzakere sürecinde temel olarak AB kurumları, üye ülkeler ve aday ülkeler birbirleri ile etkileşen ve birbirini tamamlayan rol ve görevler üstlenmekte, siyasi ve stratejik temel kararlar, üye ve aday ülkelerin dışişleri bakanlarından oluşan Hükümetlerarası Konferans bünyesinde alınmaktadır.

2.2. Sürecin Aşamaları

Avrupa Birliği ile katılım müzakereleri süreci, karmaşık bir yapıdadır. Bu sürecin işleyişinin dinamiklerinin iyi bilinmesi müzakerelerin başarısı için hayati öneme sahiptir.

Öncelikle aday ülkeler için belirlenen **müzakere çerçevesinden** bahsetmek gerekmektedir. Son genişleme dalgasında, tüm aday ülkelere ilişkin oluşturulan tek müzakere çerçevesi, müzakerelerin temel ilkelerini belirlemiştir. Bu çerçeve ile, Birliğe katılımın ne anlama geldiği tarif edilmiştir. Buna göre katılım, aday ülkenin, müktesebat olarak adlandırılan, Birlik sistemine ilişkin tüm hak ve yükümlülükler ile Birliğin kurumsal yapısını kabul etmesidir. Aday ülkelerin katılımla beraber uygulamayı da temin etmeleri gerektiği vurgulanmış, bu bağlamda gerekli olan kurumsal reform sürecinin de altı çizilmiştir. 5. genişlemede tüm aday ülkeler için ortak oluşturulan bu çerçeve, Hırvatistan ve Türkiye için münhasıran belirlenmiştir. 2003 Mart'ında adaylık başvurusu yapan ve 18 Haziran 2004'te adaylık statüsü verilen Hırvatistan için hazırlanan Müzakere Çerçevesi'nde olduğu gibi, Türkiye için hazırlanan ve 29 Haziran 2005 tarihinde açıklanan taslak Müzakere Çerçevesi'nde de, taraflar arasında müzakereye konu olacak AB müktesebatının 35 başlık altında incelenmesi öngörülmüştür. Birliğe aynı zamanda aday olan tüm ülkeler için aynı çerçevenin geçerli olması söz konusu olmasa da, bu çerçeveler arasında ortak birçok husus bulunmaktadır. Müzakere çerçevesi her aday ülkenin kendine özgü koşullarına göre oluşturulmaktadır.

Müzakerelerin her aday ülke ile aynı ilkeler temelinde ancak ilgili aday ülkenin performansına göre gerçekleştirilmesi öngörülmektedir (farklılaşma ilkesi). Dolayısıyla, sürecin her aday ülke için paralel gelişmesi gerekli değildir. Buna göre, aday ülkenin müzakere sürecindeki performansı şu kriterler temelinde değerlendirilmektedir: Kopenhag ve Madrid Kriterleri; yüksek seviyede nükleer güvenlik ve çevre koruması; sınır anlaşmazlıklarının Birleşmiş Milletler Sözleşmesi'nde öngörülen metotlar çerçevesinde çözümlenmesi; Ortaklık Anlaşmaları ve katılım ortaklıklarında belirlenen öncelikler. Öte yandan, bu süreç boyunca, aday ülkenin, üçüncü ülkelerle ilişkilerinde ve özellikle DTÖ olmak üzere, uluslararası kuruluşlar bünyesindeki politikalarında Topluluğun benimsediği politika ve pozisyonlara uyum sağlaması gerekmektedir.

Müzakere kararının alınmasını takiben, Hükümetlerarası Konferans tarafından tarama süreci başlatılmakta, aday ülkenin AB müktesebatına uyum düzeyinin belirlendiği bu süreci yine Hükümetlerarası Konferans kararıyla uyum seviyesinin yeterli bulunduğu konu başlıklarında müzakerelerin fiilen başlatılması izlemektedir. Bu süreçte, aday ülke tarafından her konu başlığı için hazırlanan müzakere pozisyonları AB Dönem Başkanlığı'na sunulmakta, buna karşılık Komisyon tarafından hazırlanan ortak AB pozisyonlarına üye ülkelerin katkıları alındıktan sonra Konsey'de oybirliği ile nihai hali verilmektedir.

Açılan müzakere başlıklarının geçici olarak kapatılması kararı Hükümetlerarası Konferans'ta oybirliği ile alınmakta, müzakerelerin tamamlanması ile tüm başlıklar nihai olarak kapatılmaktadır. Komisyon tarafından hazırlanan Katılım Antlaşması, Avrupa Parlamentosu ve Konsey tarafından onaylandıktan sonra üye ülkeler ve aday ülke tarafından imzalanmaktadır. Bu aşamayı izleyen onay sürecinde aday ve üye ülkeler, kendi iç hukuk sistemleri uyarınca Antlaşma'yı ulusal parlamentolarında ya da referandum yolu ile onaylamakta, Antlaşma'nın taraf olan tüm ülkelerce onaylanmasının ardından üyelik gerçekleşmektedir.

I. Tarama Süreci

Katılım müzakerelerinin ilk aşamasını, Hükümetlerarası Konferans kararı ile başlatılan tarama süreci oluşturmaktadır. AB müktesebatının analitik olarak incelenmesi anlamını taşıyan tarama sürecinde, aday ülkeler müktesebat hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirilmekte ve aday ülke ulusal mevzuatlarının AB müktesebatı ile ne ölçüde uyumlu olduğunun tespiti yapılmaktadır.

II. Müzakere Pozisyonlarının Hazırlanması

Müzakere pozisyonları, AB'ye aday ülkelerin katılım müzakereleri sürecinde Topluluk müktesebatına uyum açısından pozisyonlarını ortaya koydukları belgelerdir. Müzakere pozisyonunda aday ülkenin ulusal mevzuatını ne şekilde müktesebata uyumlu hale getireceği ve uygulayacağı, bunun yanı sıra uygulama için nasıl bir kurumsal yapı oluşturacağı açıklanmaktadır. Bunun dışında, aday ülkeler, müzakere pozisyonunun formatını, içeriğini ve boyutunu belirlemekte serbesttirler. Nitekim 2004 Mayıs'ında üye olan on ülkenin müzakere pozisyonları incelendiğinde, ortak noktalar tespit edilmekle birlikte, aralarında hem kapsam hem de yöntem açısından önemli farklılıklar görülmektedir.

Aday ülkenin müzakere pozisyonuna karşılık olarak hazırlanan AB ortak pozisyonu da tüm üye ülkelerin katkıları alındıktan sonra mutabakatla oluşturulmaktadır. Aday ülkelerin geçiş dönemi ve istisna taleplerine benzer şekilde, AB de koruma önlemleri ve istisnalar getirebilmektedir. 5. genişleme sürecinde buna örnek olarak, Kıbrıs ve Malta hariç diğer aday ülkelere "Kişilerin Serbest Dolaşımı" alanında getirilen 5+2 yıllık kısıtlama ve "Tarım" alanında aday ülkelerin çiftçilerine yapılacak doğrudan ödeme desteğinin kademeli olarak artırılarak, ancak 2013 yılında AB-15 seviyesine getirilmesi şeklindeki düzenlemeler verilebilir.

III. Pozisyon Belgelerinin AB Dönem Başkanlığı'na Sunulması

Aday ülke, her müktesebat başlığı için hazırladığı "pozisyon belgesi"ni AB Konseyi Dönem Başkanlığı'na sunmaktadır. AB Dönem Başkanlığı, aday ülke tarafından gönderilen pozisyon belgesini AB üye ülkelerine ve AB Komisyonu'na iletmektedir. AB Komisyonu Genişleme Genel Müdürlüğü her pozisyon belgesini konuya ilişkin ilgili sektörel genel müdürlük ile birlikte inceledikten ve aday ülkeye sorular sormak suretiyle sunulan belgenin netleşmesini temin ettikten sonra, buna cevaben bir "ortak pozisyon taslağı" hazırlamaktadır. Söz konusu ortak pozisyon taslağı AB Komisyonu tarafından Konsey'e iletilerek buraya bağlı olarak oluşturulan Genişleme Çalışma Grubu'nda tartışılmakta ve üye ülkelerin katkıları alınarak son şekli verildikten sonra AB Konseyi'ne (Genel İşler ve Dış İlişkiler Konseyi) sunulmaktadır.

IV. Müzakerelerin Açılması

Aday ülkeler, AB müktesebatının tümünü üstlenmek ve uygulamakla yükümlüdür. Müktesebatı üstlenmeme ve uygulamama lüksünün olmadığı bu süreç, tipik uluslararası müzakere süreçlerinden oldukça farklıdır. Aday ülkelerin katılım müzakereleri boyunca, gerçek anlamda müzakere ettikleri tek konu, ilgili başlığa ilişkin uyum takvimidir. Bazı alanlarda mevzuatın uygulanması aday ülkeye önemli mali yük getiren yatırımlar gerektirmekte, teknik zorluklar yaratmakta ya da kısa vadede ekonomik, siyasi ve sosyal açılardan olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle söz konusu zorlukların giderilmesine zaman tanıyacak şekilde ilgili mevzuatın üstlenilmesinin bir takvime bağlanması talep edilebilmektedir.

V. Müzakerelerin Tamamlanması

Müzakereler, ilgili başlıkta sağlanan ilerleme ile bu başlık özelindeki müktesebatın aktarılmasına ve uygulanmasına ilişkin somut ve kabul edilebilir bir plan olması halinde, Hükümetlerarası Konferansta oybirliği ile alınan karar neticesinde geçici olarak kapatılmaktadır. Herhangi bir müktesebat başlığına ilişkin müzakerenin geçici olarak kapatılması, tarafların bu başlıktaki müzakereleri tekrar açma hakkını saklı tutması anlamına gelmektedir. Bunun başlıca nedeni, öncelikle, müzakerelerin en temel belirleyicisi olan "herşey üzerinde anlaşma sağlanmadığı sürece hiçbir şey üzerinde anlaşma sağlanmaması" ilkesidir. Bu süreç içinde müktesebata yeni eklemeler yapılması ya da tadil edici düzenlemeler getirilmesi de olasıdır. AB tarafından, müzakereleri tekrar açma hakkını saklı tutmanın bir başka amacı da ilgili aday ülkenin taahhütlerini yerine getirme konusunda gerekli önlemleri almama ihtimalini ortadan kaldırmaktır. Ancak, başlıkların tekrar açılmasının istisnai bir durum olduğunu belirtmekte fayda vardır. Sürecin bu şekilde işlemesi için, aday ülkenin taahhütleri ve kaydettiği somut ilerleme arasında önemli ölçüde fark olması gerekmektedir.

VI. Katılım Antlaşması'nın Onay Süreci

Müzakerelerin tamamlanmasını takiben, ilgili aday ülkenin AB'ye katılım şartlarını ortaya koyan Katılım Antlaşması hazırlanmaktadır. AB genişleme süreçleri incelendiğinde, AB Komisyonu'nun, Antlaşma taslağını ve eklerini müzakere sürecinde hazırlamaya başladığı görülmektedir. Söz konusu taslak, üye ülkeler, ilgili aday ülke, Komisyon ve Konsey'den temsilcilerin yer aldığı bir çalışma grubunda incelenerek tartışılmakta ve nihai hali verilmektedir. Ardından Antlaşma onaylanmak üzere Avrupa Parlamentosu (AP) ve AB Konseyi'ne sunulmaktadır. Parlamento, ilgili AP Komitesi'nin raporunu da değerlendirerek Antlaşmayı genel oturumda onaylama prosedürüne göre görüşmeye açmaktadır. Bu prosedüre göre onay kararı, Parlamento toplam üye sayısının yarısından bir fazlasının oyuyla yani basit çoğunluk ile alınmaktadır. AP'nin onayı alındıktan sonra Antlaşma'nın Konsey tarafından oybirliği ile onaylanması gerekmektedir.

Avrupa Parlamentosu ve Konsey'in onayını takiben Antlaşma, üye ülkeler ve ilgili aday ülke tarafından imzalanmakta, üyelik, Katılım Antlaşması'nın bütün akit tarafların (AB üyesi ülkeler ve aday ülke) kendi anayasal usullerine göre onaylandıktan sonra (meclis onayı ya da referandum) yürürlüğe girmekte ve katılım süreci tamamlanmaktadır. Son genişleme ile 25 ülke tarafından 16 Nisan 2003 tarihinde imzalanan Katılım Antlaşması tüm üye ve aday ülkelerin onay prosedürünü tamamlamasının ardından 1 Mayıs 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

3. TÜRKİYE'NİN AVRUPA BİRLİĞİ YOLCULUĞU

Avrupa Birliği ile Türkiye arasındaki ilişkilerin yaklaşık 50 yıllık bir geçmişi vardır. Cumhuriyetimizin kurulmasından bu yana, hatta daha öncesinden beri, batılılaşma ile modernleşmenin eş tutulması, ülkemizi özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra Avrupa kıtasında kurulan siyasi ve güvenlik oluşumlarının tümüne katılmaya yöneltmiştir. Bu suretle Türkiye, 1949 yılında Avrupa Konseyi'ne, 1952 yılında ise Kuzey Atlantik İttifakı Örgütü'ne (NATO) katılmıştır. Aynı neden, Türkiye'yi Avrupa'nın bu en iddialı bütünleşme hareketine karşı kayıtsız kalmamaya sevk etmiştir ve Türkiye, Avrupa Ekonomik Topluluğunun 1958 yılında kurulmasından kısa bir süre sonra 31 Temmuz 1959'da Topluluğa tam üye olmak için başvurmuştur. Dolayısı ile Avrupa ile entegrasyonun başlangıçtan itibaren ülkemiz için ekonomikten ziyade politik amaçları olduğu söylenebilir.

3.1. Ankara Antlaşması

1959 yılında yapılan başvurudan sonra tam üyelik başvurumuza o zamanki adıyla Avrupa Ekonomik Topluluğu tarafından verilen cevapta, Türkiye'nin kalkınma düzeyinin tam üyeliğin gereklerini yerine getirmeye yeterli olmadığı bildirilmiş ve tam üyelik koşulları gerçekleşinceye kadar geçerli olacak bir ortaklık anlaşması imzalanması önerilmiştir. Bu nedenle 12 Eylül 1963 tarihinde Ankara'da Ankara Antlaşması imzalanmış ve bu antlaşmanın 1 Aralık 1964 tarihinde yürürlüğe girmesiyle Türkiye-AB ortaklık ilişkisi başlamıştır.

Ankara Anlaşmasının önsözünde Türk halkının yaşam standardının yükseltilmesi amacıyla Avrupa Ekonomik Topluluğunun sağlayacağı desteğin ilerideki bir tarihte Türkiye'nin Topluluğa katılmasına yardımcı olacağı belirtilmektedir. 28. maddede ise, "Anlaşmanın işleyişi, Topluluğu kuran Antlaşmadan doğan yükümlülüklerin tümünün Türkiye tarafından üstlenebileceğini gösterdiğinde, Akit Taraflar, Türkiye'nin Topluluğa katılması olanağını incelerler" denmektedir. Bundan da görüleceği üzere Ankara Anlaşması uyarınca kurulan Türkiye-AB ortaklık ilişkisinin nihai hedefi Türkiye'nin Topluluğa tam üyeliğidir.

3.2. Katma Protokol

Ankara Anlaşması, Türkiye'nin üyeliği hedefine yönelik olarak "hazırlık dönemi", "geçiş dönemi" ve "son dönem" olmak üzere üç devreden oluşan bir entegrasyon modeli öngörmüştür: İlk dönem, Anlaşma'nın yürürlüğe girdiği 1 Aralık 1964 tarihi itibariyle başlamıştır. Taraflar arasındaki ekonomik farklılıkları azaltmaya yönelik "Hazırlık Dönemi" olarak belirlenen bu dönemde, Türkiye herhangi bir yükümlülük üstlenmemiştir.

Buna karşılık, Topluluk, 13 Kasım 1970 tarihinde imzalanan ve 1 Ocak 1973 tarihinde yürürlüğe giren Katma Protokol çerçevesinde 1971 yılından itibaren, tek taraflı olarak, bazı petrol ve tekstil ürünleri dışında Türkiye'den ithal ettiği tüm sanayi mallarına uyguladığı gümrük vergileri ve miktar kısıtlamalarını tek taraflı olarak sıfırlamıştır. Katma Protokol'ün yürürlüğe girmesiyle, hazırlık dönemi sona ermiş ve "Geçiş Dönemi"ne ilişkin koşullar belirlenmiştir. Bu dönemde, taraflar arasında sanayi ürünleri, tarım ürünleri ve kişilerin serbest dolaşımının sağlanması ve Gümrük Birliği'nin tamamlanması öngörülmüştür. Türkiye, "Geçiş Dönemi"nde, AB'den ithal ettiği sanayi ürünlerine uyguladığı gümrüklerini 12-22 yıllık listeler dahilinde kademeli olarak azaltarak sıfırlamayı ve Topluluğun Ortak Gümrük Tarifesi'ne (OGT) uyum sağlamayı üstlenmiştir.

Ancak gerek Ankara Anlaşması gerekse de Katma Protokol öngörüldüğü şekilde uygulanamamıştır. Bunun sorumluluğunu Türkiye ile Topluluk arasında paylaştırmak gerekir. Ülkemiz 1970'li yıllarda içinde bulunduğu ekonomik krizler ve bazı siyasi tercihlerle Katma Protokol'den kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirmekten kaçınmıştır. O tarihlerde yaygın olan kanaat, AET ile ilişkinin bir çeşit sömürü düzeni kurmakta olduğu, pazarımızı Topluluk ürünlerine açmanın sanayileşmemizi ve kalkınmamızı baltalayacağı, dolayısıyla koruma duvarlarının muhafaza edilmesi gerektiği yolundaydı. Başka bir deyimle, AB ile ortaklık ilişkimizin ve gümrük birliğinin temsil ettiği kalkınma modeli dışarıya açık, bütünleşmeyi öngören bir model iken, 1970'li yılların tamamı boyunca bu modelin tam tersini sembolize eden içe dönük, ithalat ikamesine dayalı politikalar uygulanmıştır. Türkiye kendi yükümlülüklerini yerine getirmemeye ve Toplulukla ilişkilere soğuk bakmaya başlayınca, Topluluk da kendi yükümlülüklerini aksatmaya ve ortaklık ilişkisinin geliştirilmesi istikametinde çaba harcamaktan kaçınmaya başlamıştır.

Başlangıçta sadece ekonomik olan sorunlar, 12 Eylül 1980 askeri darbesi ve Yunanistan'ın 1980'de topluluğa tam üye olmasıyla siyasi boyutlar da kazanmaya başlamıştır. Topluluk-Türkiye ilişkileri dondurulmuş ve mali işbirliğine son verilmiştir. Katma Protokol'ün ise sadece ticari hükümleri işlemeye devam etmiş, diğer bütün hükümleri atıl kalmıştır.

1983 yılında Türkiye'de sivil idarenin yeniden kurulması ve 1984 yılından itibaren ülkemizin ithal ikamesi politikalarını hızla terkederek dışa açılma sürecini başlatması ilişkilerimizi yeniden canlandırmıştır. Ortaklık Konseyi ilk kez 1986 yılında toplanabilmiştir. Bu noktada Türkiye, üyelik başvurusunda bulunmayı amaçladığını belirtmiş ve 14 Nisan 1987 tarihinde, Ankara Anlaşması'nda öngörülen dönemlerin tamamlanmasını beklemeden, Roma Antlaşması'nın 237., AKÇT Antlaşması'nın 98. ve EURATOM Antlaşması'nın 205. maddelerine dayanarak üyelik başvurusunda bulunmuştur. Türkiye diğer taraftan ertelenmiş bulunan gümrük vergileri uyum ve indirim takvimini 1988 yılından itibaren hızlandırılmış bir şekilde yeniden yürürlüğe koymuştur. Komisyon, bu başvuru ile ilgili görüşünü 18 Aralık 1989'da açıklamış ve kendi iç bütünleşmesini tamamlamadan Topluluğun yeni bir üyeyi daha kabul edemeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin, Topluluğa katılmaya ehil olmakla birlikte, ekonomik, sosyal ve siyasal alanda gelişmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu nedenle, üyelik müzakerelerinin açılması için bir tarih belirlenmemesi ve Ortaklık Anlaşması çerçevesinde ilişkilerin geliştirilmesi önerilmiştir.

3.3. Gümrük Birliği

Topluluğun bu önerisi tarafımızdan da olumlu değerlendirilmiş ve Gümrük Birliği'nin Katma Protokol'de öngörüldüğü şekilde 1995 yılında tamamlanması için gerekli hazırlıklara başlanmıştır. İki yıl süren müzakereler sonunda 5 Mart 1995 tarihinde yapılan Ortaklık Konseyi toplantısında alınan karar uyarınca Türkiye ile AB arasındaki Gümrük Birliği 1 Ocak 1996 tarihinde yürürlüğe girmiştir ve Türkiye-AB Ortaklık İlişkisi'nin "Son Dönem"ine geçilmiştir. Gümrük Birliği'nin tamamlanması ile Türkiye-AB ilişkileri ayrı bir boyut kazanmıştır. Zira, Gümrük Birliği Türkiye'nin Avrupa Birliği ile bütünleşme hedefine yönelik ortaklık ilişkisinin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. En azından, Türk ekonomisi ve sanayisi, Gümrük Birliği'ni tamamlayarak altından kalkılamayacak bir yük üstlenmediğini ispatlamış, dolayısıyla tam üyeliğin gerektireceği yükümlülükleri de zaman içinde üstlenebileceğini göstermiştir. Bir yerde Gümrük Birliği ülkemiz için bir test olarak görülebilir. Türkiye, AB ile Gümrük Birliğine girebilmiş tek üçüncü ülkedir.

3.4. Gündem 2000 Raporu

Avrupa Birliği 1993 Kopenhag Zirve Toplantısı'nda aldığı kararlar uyarınca eski Varşova Paktı ülkeleri olan Merkezi ve Doğu Avrupa ülkelerini kapsayan bir genişleme süreci başlatmıştır. AB Komisyonu'nun genişlemeye ilişkin stratejisine esas teşkil etmek üzere hazırladığı öneriler 16 Temmuz 1997 tarihinde "Gündem 2000" başlıklı bir raporda açıklanmıştır. Raporda Merkezi ve Doğu Avrupa Ülkeleri ve Güney Kıbrıs Rum Yönetimi'nin iki dalga şeklinde 2000'li yıllarda AB'ye tam üye olmaları öngörülmüştür. İlk dalgada Kopenhag Kriterleri'ne (demokrasi, insan hakları, ekonomik gelişme, Topluluk müktesebatını benimseme) en fazla uyum gösterebilme yeteneğine sahip olduğu değerlendirilen, Polonya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Slovenya ve Estonya, ikinci dalgada ise söz konusu kriterlere göre daha geri bir durumda bulunan Slovak Cumhuriyeti, Litvanya, Letonya, Bulgaristan ve Romanya yer almıştır. Güney Kıbrıs Rum Yönetimi de daha önce alınan bir kararla söz konusu genişlemenin içine dahil edilmiştir. Türkiye ise genişlemenin kapsamına alınmamıştır. Gündem 2000 raporunda ülkemiz ile ilgili olarak, Gümrük Birliği'nin uygulanmasının ülkemizin birçok alanda AB müktesebatını başarıyla üstlenebileceğini gösterdiğini, buna karşılık ekonomimizin makro ekonomik istikrarsızlık kıskacını kıramadığı ifade edilmiştir. Siyasi konularda ise İnsan Hakları ve Güney Doğu sorunu ile ilgili bilinen görüşler tekrar edilmiş ve bu soruna askeri değil, siyasi bir çözüm bulunması gerektiği ifade edilmiştir.

3.5. Lüksemburg Zirvesi

Gündem 2000 Raporu'nu takiben, 12–13 Aralık 1997 tarihlerinde Lüksemburg'da gerçekleştirilen ve Ekonomik ve Parasal Birlik ile Genişleme konularının değerlendirildiği Zirve'de, Türkiye'nin adaylığı resmen teyit edilmemiş, ancak bir "strateji" önerilmiştir. Konsey'in bu yaklaşımı üzerine Türkiye, üyelik başvurusunu geri çekmeyeceğini, Gümrük Birliği uygulamasını devam ettireceğini, ancak AB ile siyasi diyalogu askıya alacağını açıklamıştır. Ayrıca, Zirve sonuçlarının Türkiye'nin beklentilerini karşılamaması nedeniyle askıya alınan siyasi ilişkilerin, ancak AB'nin ayrımcı tutumunun sona ermesi ve üzerine düşen yükümlülükleri yerine getirmesi halinde normalleşeceği de ifade edilmiştir.

3.6. Helsinki Zirvesi

Türkiye-AB ilişkilerinin dönüm noktası, 1999 yılında yapılan Helsinki Zirvesi'nde, Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne adaylık statüsünün teyit edilmesi ve Türkiye'nin AB'nin Yeni Genişleme Politikası çerçevesinde oluşturulan sisteme, diğer aday ülkelerle eşit statüde katılacağına ilişkin alınan karar olmuştur. Türkiye, 10–11 Aralık 1999 tarihlerinde Helsinki'de yapılan AB Devlet ve Hükümet Başkanları Zirvesi'nde oybirliği ile Avrupa Birliği'ne aday ülke olarak kabul ve ilan edilmiş, diğer aday ülkelerle eşit konumda olacağı açık ve kesin bir dille ifade edilmiştir. Helsinki Zirvesi kararlarına göre, Türkiye, diğer aday ülkeler gibi bir Katılım Öncesi Stratejisinden yararlanacak ve böylece, Türkiye aday ülkeler ile Birlik arasında, katılım süreci çerçevesinde yapılan toplantılara katılma imkanına sahip olacaktı. Zirve Sonuç Bildirisi ayrıca, önceki AB Konseyi kararları çerçevesinde bir Katılım Ortaklığı hazırlanmasını öngörmekteydi.

Helsinki Zirvesi'ni takiben başlayan adaylık sürecinde, diğer aday ülkeler için olduğu gibi Türkiye için de İlerleme Raporları hazırlanmıştır. 1999 yılında açıklanan İlerleme Raporu'nda yer alan değerlendirmeler, İlk Katılım Ortaklığı Belgesi'nin de temelini oluşturmaktadır.

AB Komisyonu'nun, genişleme politikası çerçevesinde oluşturduğu sistemin en önemli aracı olan Katılım Ortaklığı Belgesi, Türkiye'nin Kopenhag Kriterleri'ne uyumu ve Topluluk mevzuatını üstlenmesi için gerekli çalışmaları tamamlamasına yönelik kısa ve orta vadeli hedefleri ortaya koyacak şekilde hazırlanmıştır. AB, Türkiye için hazırladığı ilk Katılım Ortaklığı Belgesi'ni 8 Mart 2001 tarihli kararı ile kabul etmiştir. Katılım Ortaklığı Belgeleri, aday ülkelerin üyeliğine kadar geçerliliğini korumakta, ancak adayların gösterdiği ilerlemelere göre, gerektiği takdirde, Komisyon tarafından yenilenmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin kaydettiği ilerlemeler ve oluşan yeni gereklilikler ışığında revize edilen Katılım Ortaklığı Belgesi 19 Mayıs 2003 tarihinde kabul edilmiştir. Türkiye tarafından hazırlanan ve ilk Katılım Ortaklığı Belgesi'nde yer alan önceliklerin hangi somut önlemlerle ve hangi takvim çerçevesinde gerçekleştirileceğini gösteren ilk Ulusal Program 24 Mart 2001, revize edilmiş Ulusal Program ise 24 Temmuz 2003 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

3.7. Kopenhag Zirvesi

Avrupa Birliği'nin genişleme sürecinde diğer bir önemli dönüm noktası 12–13 Aralık 2002 tarihlerinde gerçekleşen Kopenhag Zirvesi'dir. Zirve'de 10 aday ülkenin katılım müzakerelerinin tamamlandığı ilan edilmiş ve Türkiye ile ilgili olarak, 2004 yılı İlerleme Raporu ve tavsiyesi doğrultusunda, Kopenhag Siyasi Kriterleri'nin yeterli ölçüde karşılandığının belirlenmesi halinde gecikmeksizin katılım müzakerelerine başlanacağı ifade edilmiştir. Türkiye, Helsinki Zirvesi'ni takip eden dönemde yoğun bir reform sürecine girerek, AB siyasi kriterlerine uyum amacıyla çok sayıda yasa ve mevzuat düzenlemesini içeren 8 Uyum ve 2 Anayasa Değişikliği Paketi'ni kabul etmiştir.

3.8. Brüksel Zirvesi

Reform sürecinde kaydedilen somut ilerlemeyi takiben, AB Komisyonu, 6 Ekim 2004 tarihinde, Türkiye'nin Kopenhag Kriterleri'ne uyum yönünde kaydettiği aşamaların ve mevcut eksikliklerin saptandığı İlerleme Raporu'nu açıklamıştır. Komisyon bu Rapor'da, önceden belirlenmiş düzenlemelerin yürürlüğe girmesi koşuluyla Türkiye'nin siyasi kriterleri yeterli düzeyde karşıladığını belirtmiş ve katılım müzakerelerinin açılması önerisinde bulunmuştur. Bu öneri doğrultusunda, 16–17 Aralık 2004 tarihinde Brüksel'de gerçekleştirilen Zirve'de, Türkiye-AB ilişkileri açısından son derece kritik bir noktaya ulaşılmıştır. AB liderleri, Türkiye'nin siyasi kriterleri yeterli ölçüde yerine getirdiğini belirterek müzakerelerin 3 Ekim 2005'te başlaması konusunda anlaşmaya varmışlardır.

3.9. Lüksemburg Zirvesi

3 Ekim 2005'te Lüksemburg'da toplanan AB Genel İşler ve Dış İlişkiler Konseyi, 2004 tarihinde AB Devlet ve Hükümet Başkanları Toplantısı Sonuç Bildirgesi'nden aldığı yetki ile Türkiye ile AB'ye Üyelik Müzakereleri Çerçeve Belgesi'ni onaylamıştır. Böylece, Türkiye ile AB arasındaki inişli çıkışlı ilişki, çok önemli bir dönüm noktasını aşarak yepyeni bir sürece girmiştir. Bu sürecin bir diğer önemli yanı, siyasi kriterlere ilaveten ekonomik kriterlerin ve özellikle müktesebat uyumunun ön plana çıkmasıdır. Ekonomik kriterler müzakerelere konu olmamakla birlikte, bu alandaki gelişmeler müzakere süreci boyunca AB tarafından yakından izlenecek ve bazı müktesebat başlıklarında müzakerelerin açılmasında ölçüt olarak kullanılabilecektir. Buradaki önemli husus, istikrara yönelik sürdürülebilir bir

ekonomi politikasına devam edilmesi, özellikle mali dengesizliklerin azaltılması ve enflasyonla mücadelenin disiplinli bir şekilde yürütülmesidir.

Ekonomik kriterlerin yanısıra, Türkiye'nin Gümrük Birliği'nden kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirmesi de müzakere sürecinde büyük öneme sahiptir. AB, bu hususu bazı alanlarda müzakerelere başlamak için koşul olarak öne sürebilecektir. Söz konusu yükümlülüklerimiz özellikle Malların Serbest Dolaşımı, Sınaî ve Fikri Mülkiyet Hakları ve Rekabet konuları kapsamında da yer almaktadır.

AB Müktesebatı, AB Hukuk sistemine verilen addır. Yaklaşık 120 bin sayfadan oluşmaktadır. AB'yi kuran ve daha sonra değişikliğe uğrayan antlaşmaları, aday ülkelerin AB'ye katılırken imzaladıkları katılım antlaşmalarını, Konsey, Komisyon, Avrupa Toplulukları Adalet Divanı gibi Topluluk organlarının çıkardıkları tüm mevzuatı ifade etmektedir. Bu Müktesebat, Katılım Müzakere Fasılları'nı 35 başlık altında sınıflandırılmıştır. Müktesebatın sınıflandırdıkları fasıl başlıkları şunlardır:

1) Malların Serbest Dolaşımı
2) İşçilerin Serbest Dolaşımı
3) İş Kurma Hakkı ve Hizmet Sunumu Serbestisi
4) Sermayenin Serbest Dolaşımı
5) Kamu Alımları
6) Şirketler Hukuku
7) Fikri Mülkiyet Hukuku
8) Rekabet Politikası
9) Mali Hizmetler
10) Bilgi Toplumu ve Medya
11) Tarım ve Kırsal Kalkınma
12) Gıda Güvenliği, Veterinerlik ve Bitki Sağlığı
13) Balıkçılık
14) Taşımacılık Politikası
15) Enerji

16) Vergilendirme

17) Ekonomik ve Parasal Politika

18) İstatistik

19) Sosyal Politika ve İstihdam

20) İşletme ve Sanayi Politikası

21) Trans-Avrupa Şebekeleri

22) Bölgesel Politika ve Yapısal Araçların Koordinasyonu

23) Yargı ve Temel Haklar

24) Adalet, Özgürlük ve Güvenlik

25) Bilim ve Araştırma

26) Eğitim ve Kültür

27) Çevre

28) Tüketicinin ve Sağlığın Korunması

29) Gümrük Birliği

30) Dış İlişkiler

31) Dış, Güvenlik ve Savunma Politikaları

32) Mali Kontrol

33) Mali ve Bütçesel Hükümler

34) Kurumlar

35) Diğer Konular

20 Ekim 2005'te de müzakerelerin ilk aşaması olan Tarama Süreci, 25. Fasıl olan Bilim ve Araştırma konusunda Brüksel'de yapılan Tanıtıcı Tarama toplantısı ile başlamıştır. Daha sonra farklı başlıklarda Tanıtıcı Tarama toplantıları yapılmaya devam edilmiştir ve 13 Ekim 2006 tarihinde yapılan son toplantı ile Tarama Süreci tamamlanmış bulunmaktadır.

Her bir müzakere faslı için önce tanıtıcı, sonra ayrıntılı tarama yapılmıştır. Tanıtıcı bölümde (explanatory phase), Komisyon yetkilileri ilgili müzakere faslındaki AB müktesebatı hakkında bilgi vermiştir. Tanıtıcı bölümün tamamlanmasından yaklaşık 1 ay sonra ayrıntılı tarama toplantıları yapılmış ve bu kez aşağıdaki hususlarda Türkiye tarafı sunuşları gerçekleştirilmiştir:

- İlgili başlıktaki müktesebatı kabule hazır mıyız? (whether Turkey can accept the relevant chapter of the acquis)
- İlgili başlıktaki müktesebata uygun kanunları kabul ettik mi? Etmediysek, bunun için nasıl bir takvim öngörüyoruz? (whether Turkey has the administrative structures and other capacity to implement the acquis properly; if not when they will be put in place)
- İlgili başlıktaki müktesebatı uygulamak için gerekli idari yapıları haiz miyiz? Eğer değilsek, bunları ne zaman kuracağız? (whether Turkey has the administrative structures and other capacity to implement the acquis properly; if not when they will be put in place)
- İlgili başlıkta geçiş tedbiri talep etmeyi öngörüyor muyuz? (whether Turkey intends to request transitional arrangements in the chapter under review)

Her bir müzakere faslının taraması bittikten sonra, Komisyon üye ülkelere bir rapor sunmaktadır. Buradaki değerlendirme ve öneriler, o fasılda müzakerelerinin açılmasına temel teşkil etmektedir. Komisyon, raporlarında, ayrıntılı tarama sırasında ülkemizce verilen bilgilere dayanarak ülkemizin müzakerelere hazır olup olmadığını değerlendirmekte ve sonuç kısmında da, ya faslın müzakereye açılmasını önermekte; ya da bunun için tamamlanması gereken ön-şartları (benchmarks) ortaya koymaktadır.

Sonuç bölümü (öneriler) hariç, raporun hazırlanması sırasında ülkemize de danışılmaktadır. Bunun dışında, tarama toplantıları sonunda herhangi bir tutanak ve benzeri belge imzalanmamaktadır.

Genel olarak Tarama Toplantıları ile geçilen 2006 yılının ardından, 2007 yılı Ocak ayında "İstatistik" başlığında Türkiye'ye Müzakere Pozisyon Belgesi'ni hazırlaması için davet gönderilmiş, Şubat ayında da Türkiye'ye 2007-2009 döneminde 159 milyon EURO hibe yardımı sağlanacağı açıklanmıştır. Şubat ayında ayrıca "Mali Kontrol" başlığında Türkiye'ye Müzakere Pozisyon Belgesini hazırlaması için davet mektubu gönderilmesi kararlaştırılmıştır. Mart ayında İşletme ve Sanayi Politikası faslında müzakereler başlamıştır. Nisan ayında Türkiye Mali

Kontrol faslında Müzakere Pozisyon Belgesi'ni, Türkiye'nin AB'ye Katılımına İlişkin Hükümetlerarası Konferansa sunmuştur. 17 Nisan 2007 tarihinde, Türkiye'nin AB Müktesebatına Uyum Programı Başbakan Yardımcı ve Dışişleri Bakanı Abdullah Gül ile Ekonomiden Sorumlu Devlet Bakanı ve Baş müzakereci Ali Babacan'ın katılımıyla düzenlenen basın toplantısıyla kamuoyuna açıklanmıştır. 2007-2013 döneminde AB müktesebatına uyum kapsamında gerçekleştirilecek yasal düzenlemeleri içeren program toplam 412 sayfadan oluşmaktadır.

III. BÖLÜM

TÜRKİYE-AB MÜZAKERELERİ SÜRECİNDE İZLENEBİLECEK STRATEJİLERE İLİŞKİN BİR MODEL ÖNERİSİ

1. TÜRKİYE- AB İLİŞKİLERİNDE SON DURUM

Ülkemiz Avrupa Birliği'ne üye olmak yolunda yılan hikayesine dönen yaklaşık 50 yıla uzanan bir geçmişe sahiptir. Farklı dönemlerde farklı sebeplerle askıya alınan, sonra tekrar başlatılan ilişkiler, 2004 yılında Brüksel Zirvesi ile artık geri dönülemez bir noktaya ulaşmıştır. Daha önce de bahsettiğimiz gibi, Aralık 2004'te Brüksel'de gerçekleşen zirvede, AB artık Türkiye ile müzakerelere başlanabileceğini bildirmiş ve 03 Ekim 2005 tarihinde de müzakere süreci resmen başlamıştır. Tarama sürecinin tamamlanması ve Müzakere Pozisyon Belgeleri'nin hazırlanmasından sonra 17 Nisan 2007 tarihinde, Türkiye'nin AB Müktesebatına Uyum Programı kamuoyuna açıklanmıştır. 2007-2013 döneminde AB müktesebatına uyum kapsamında gerçekleştirilecek yasal düzenlemeleri içeren program toplam 412 sayfadan oluşmaktadır.

2. TÜRKİYE-AB İLİŞKİLERİNİN OYUN TEORİSİ İLE İNCELENMESİ

2.1. Neden Oyun Teorisi?

Her ne kadar son yıllarda AB ile olan ilişkilerimiz konusunda önemli bir aşama kaydetmiş olsak da asıl problem şimdi oluşmaktadır. Çünkü, AB ülkemize bu sürecin sonunda tam üyelik yerine işçilerin serbest dolaşımı gibi bazı önemli noktaların kısıtlandığı kısmi bir üyelik paketi teklif etmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin birliğe girişi durumunda sağlayacağı fayda, elde edeceği imtiyazlı üyelik koşullarına göre değişecektir. Bu noktada ise tam üyeliğe en yakın üyelik şeklinden faydalanabilmek için ülkemizin pazarlık gücü ve ısrarcılığı çok önemli bir rol oynayacaktır. Avrupa Birliği ise Türkiye'nin birliğe üyeliği durumunda ülkemizin sadece olumlu yönlerinden faydalanmak isteyecek ancak kendi bakış açısından birlik için zararlı olabilecek unsurları ise elemine etmek isteyecektir. Yani Türkiye'nin birliğe üye olması sonucu her iki tarafın bir pastayı paylaşmak zorunda kalacağını düşünürsek, her iki taraf da bu pastadan en büyük payı almak isteyecektir. Elbette ki herhangi bir tarafın bu pastanın tümüne sahip olması imkansızdır. Çünkü hem Türkiye hem de Avrupa Birliği bu üyelik uğruna fedakarlıklar yapmak zorunda kalacaktır. Ancak buradaki sorun pastadan kim daha büyük payı alabilecektir? Bu durum ise her iki tarafın da birbirlerini ikna edebilme ve pazarlık gücüne bağlıdır. Bu pazarlık sürecinde ise hem Türkiye'nin hem de AB'nin pazarlık gücünü oluşturacak olan, kullanacakları stratejiler olacaktır.

Bahsetmiş olduğumuz bu süreç ise tipik bir Oyun Teorisi Problemi olarak karşımızda durmaktadır. Hem Türkiye'nin hem de Avrupa Birliği'nin çıkar çatışmaları, kar maksimizasyonu hedefleri ve bu amaçlara ulaşma yolunda farklı stratejilerden faydalanacak olmaları nedeni ile Türkiye'nin Avrupa Birliği ile olan bu ilişkilerini iki oyunculu bir oyun olarak ele alabilir ve Oyun Teorisi yardımı ile çözebiliriz.

2.2. Amaç

Ülkemizin, uğruna hem mali hem de manevi açıdan yıllardır inanılmaz fedakarlıklarda bulunduğu Avrupa Birliği yolculuğunda kat ettiği mesafe gerçekten takdire layıktır. Ancak daha önce de bahsettiğimiz gibi bu noktadan sonra ülkemizi temsil edenler için en önemli görev birliğe girişimiz durumunda sağlanabilecek faydayı en yüksek düzeye çıkarmaktır. Bunun için ise, yöneticilerimizin pazarlık gücünün kuvvetli olması ve mevcut stratejilerimizi en iyi şekilde kullanmaları gerekmektedir. İşte bu noktada Oyun Teorisi gibi pazardaki rekabet eden çıkar gruplarının kazançlarını en büyüklemek için ne tür hareket etmesi gerektiğini araştıran bir bilim dalının kullanılması kaçınılmazdır. Elbette Oyun Teorisi'ni Türkiye'nin, Avrupa Birliği ile olan ilişkilerinde nasıl kullanılabileceğini araştırdığımız bu çalışmada, elde ettiğimiz sonuçların %100 doğruluk taşıması mümkün değildir. Ancak bu çalışmanın çok daha bilimsel olarak yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından bir öncülük yapmasını umduğumuz bu çalışmadaki amaç, buraya kadar detaylı olarak anlattığımız Oyun Teorisi yardımı ile ülkemizin AB yolculuğunda nasıl kazancını maksimum yapabileceğini araştırmaktır.

2.3. Yöntem

Ülkemizin AB ile ilişkilerini Oyun Teorisi yardımı ile incelerken izleyeceğimiz yöntem, genel hatları ile sıradan bir Oyun Teorisi probleminde izlenen aşamalar ile benzerlik taşımaktadır. Çalışmayı yaparken izleyeceğimiz aşamaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Oyuncular Kümesinin ve Stratejilerin Belirlenmesi
2. Oyun Türünün Belirlenmesi ve Oyun Matrisinin Oluşturulması
3. Oyun Matrisinin Çözülmesi

2.3.1. Oyuncular Kümesinin ve Stratejilerin Belirlenmesi

Avrupa Birliği ile Türkiye arasında oynandığını varsaydığımız bu oyunda her iki tarafın da amacı, Türkiye'nin birliğe girişiyle kendi faydasını en büyüklemektir. Bu nedenle her iki oyuncunun da bu oyunda kullanabileceği farklı stratejiler olacaktır. Aslına bakarsak hem Avrupa Birliği'nin hem de Türkiye'nin kullanabileceği strateji sayısı burada yazamayacağımız kadar çoktur. Ancak genel bir bakış açısı ile hem Avrupa Birliği hem de Türkiye'nin kullanabilecekleri strateji sayısını düşürebiliriz. Elbette ki bizim burada yazacağımız stratejilerden bazıları belki de her iki oyuncu tarafından da hiç kullanılmayacaktır. Ancak bizim buradaki amacımız her iki tarafın da kullanabileceği muhtemel stratejileri bulup bu stratejiler yardımı ile oyuncuların nasıl hareket edebileceğini göstermektir. Şimdi Türkiye'nin muhtemel stratejilerinden başlayarak, bu oyunda oyuncuların ne tür stratejileri niçin kullanabileceklerini inceleyelim:

2.3.1.a. Türkiye'nin Muhtemel Stratejileri

I) Sahip Olunan Coğrafi ve Stratejik Konum

Avrupa Birliği'nin 2004 ve 2007 yıllarında gerçekleştirdiği son genişlemeler ile birliğin sınırları da değişmiştir. Bu genişlemenin sonucu çıkan yeni fırsatları ve tehditleri değerlendirmek amacı ile yeni bir program oluşturulmuştur ve 2004 Mayıs'ında Birlik tarafından "Avrupa Komşuluk Politikası Strateji Belgesi" hazırlanmıştır. AB ile doğu ve güney komşuları arasındaki ilişkileri geliştirmek için hazırlanmış olan AKOPO, Avrupa ülkelerinde var olan barış, istikrar ve refah ortamının söz konusu ülkelerde de var olmasını amaçlamaktadır. Bugün Avrupa Birliği'nin genişlemedeki temel amacının Orta Doğu ve Kafkasya'ya kadar sınırlarını uzatmak olduğu artık aşikardır. Özellikle bu yıl başında Romanya ve Bulgaristan'a da üyelik statüsünün verilmesinden sonra AB artık Karadeniz üzerinden Kafkasya'ya komşu olmuştur. Ancak bu komşuluğun gerçek bir boyut kazanması ve birliğin Rusya gibi bir deve komşu olabilmesi ülkemizin birliğe üye olması ile muhtemel olabilecektir.

Ülkemizin coğrafi konumu o kadar önemlidir ki son 3 yılda sınırlarını genişletmek ve süper güç olmak uğruna tam 12 tane yeni üyeyi bünyesine katan Avrupa Birliği, hala Orta Doğu'da ve Kafkasya'da bir ülkeye reel olarak sınır komşusu olamamıştır. Oysa sadece ülkemizin birliğe girmesi halinde Avrupa Birliği, AKOPO kapsamına aldığı, zengin enerji kaynaklarına sahip Rusya, Gürcistan, Azerbaycan, Ermenistan gibi ülkelere ve Suriye, İran ve Irak gibi yer altı zenginlikleri bol olan ülkelere komşu olacaktır. Ayrıca ülkemizin Afrika'ya olan yakınlığı da dikkate alındığında, bu ülkelerin alt yapı projelerinden de faydalanmak anlamında coğrafi konumumuz AB açısından göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir. Kısacası Türkiye coğrafyası, Orta Doğu, Kafkasya, Orta Asya, Doğu Akdeniz, Karadeniz alanlarında etkinlik sağlamak isteyen her güç için ideal bir nitelik taşımaktadır. Türkiye'nin üyeliği durumunda AB başka hiçbir üyenin katamayacağı stratejik bir derinliğe sahip olacaktır.

Türkiye aynı zamanda enerji kaynaklarına yakın ve bunların bir bölümünün topraklarından aktarılması sayesinde onları kontrolünde tutan, sanayi ve ticareti gelişmiş bir bölgedir. Bu coğrafya enerji kaynaklarına yakın olduğu ve enerji hatlarının geçiş yolları üzerinde bulunduğu için, karbon enerjisi fakiri her gücün ihtiyaç duyduğu bir bölgedir. Şu anda dünyanın en büyük enerji ithalatçısı ve ikinci büyük enerji tüketicisi konumunda olan Türkiye'nin bu açıdan da vazgeçilmez olduğu aşikardır. Ayrıca Türkiye'nin son yıllarda komşularıyla olan ilişkilerinin iyi yönde gelişmesi ve komşu ülkelerin bazıları ile Serbest Ticaret anlaşmaları imzalanmış olması Türkiye'yi Avrupa'ya daha da yakınlaştıracak bir unsur olarak değerlendirilebilir.

Bütün bu saydıklarımız nedeni ile ülkemizin AB'ye katacağı jeopolitik derinlik AB tarafından reddedilemeyecek bir özelliğe sahiptir. Bu nedenle ülkemizin birliğe girişinden en yüksek faydayı sağlayabilmesi için jeopolitik konumumuz ile birliğe getireceği ekonomik ve siyasi avantajlar iyi bir strateji olarak kullanılabilir.

II) Dinamik Nüfus Yapısı

Türkiye dinamik bir nüfus yapısına sahiptir ve nüfusun büyük bir çoğunluğu genç nüfustan oluşmaktadır. Bu genç nüfusun yaşlı bir nüfus yapısına sahip AB için sağlayabileceği birçok artı değer mevcuttur. Örneğin, gelişim ve kullanım hızı akıllara durgunluk verecek şekilde devam eden ancak hala bir geçiş dönemi içerisinde bulunan Bilişim Sistemleri'ne, gençlerin uyumu orta yaşlılara ve yaşlılara göre daha hızlıdır. Türkiye'nin genç nüfus avantajını düşündüğümüzde bunu bilişim sitemleri açısından bir strateji olarak kullanılması içten bile değildir. Ayrıca genç nüfusumuzun emek yoğun sektörlerde yaratacağı katma değer de göze alındığında Türkiye bu özelliğini AB karşısında önemli bir strateji olarak kullanabilmelidir.

III) Türkiye'nin AB Yolculuğunda Göstermiş Olduğu İlerlemeler

Yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahip olan Türkiye-AB ilişkilerinde özellikle son 10 yılda AB yolunda kararlı politikalar izlenmiş, yeni yasalar kabul edilmiş ve ülke bir bütün olarak değişime açık olduğunu kanıtlamıştır. Kopenhag Ekonomik Kriterleri'nin yerine getirilmesi, Maastricht Kriterlerinde ise önemli bir aşama kaydedilmiş olması ülkemizin artık ekonomik anlamda da AB için hazır olduğunun ve ileride de bu gelişmelere devam edebileceğinin en önemli kanıtıdır. Zaten sahip olduğu rejim ve NATO gibi uluslar arası örgütlere üyeliği ile Avrupa Birliği ülkelerine paralel bir yapıya sahip olan ülkemiz için, geçmişten bugüne kadar yapılmış olan gelişmeler ve ilerlemeler, gelecekte de bu ülkenin gelişmelere devam edebileceğinin göstergesi niteliği taşıdığından önemli bir strateji olarak kullanılabilir.

IV) Birleştirici Kültür Yapısı

Türkiye'nin AB'ye üyeliği ile ilk kez İslam dünyasına bağlı bir ülke, Batı modernizmi ile İslam mirası arasında bir sentez yaratabilir. Türkiye uzun yıllardır süren kültür çatışmalarını ortak bir çatı altında toplayabilecek kültürel bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda son zamanlarda ilişkilerin gerildiği İran, Suriye gibi ülkeler ile Avrupa arasında ara bulucu bir rol oynayabilir. Örneğin Başbakan Recep Tayip Erdoğan Brüksel Zirvesi'nden sonraki ilk ziyaretini Suriye'ye gerçekleştirmiş ve Suriye Lideri "Sayenizde AB'ye komşu oluyoruz" ve "Sizi model olarak alıyoruz" şeklindeki açıklamaları ile bu durumdan duydukları memnuniyeti dile getirmiştir. Dolayısıyla, Türkiye diğer İslam ülkelerine bütün kurumlarıyla olmasa bile insan hakları, kamu düzeni ve temel demokratik değerler açısından model teşkil edecektir. Bu ise gerek güvenlik gerekse de ticari ilişkiler açısından hem AB ülkeleri hem de tüm dünya için bir artı değer yaratacaktır. Ülkemizin bu özelliği de AB'ye karşı önemli bir strateji olarak kullanılabilir.

V) Askeri Gücü

Her ne kadar günümüzde soğuk savaşlardan bahsedilse de, Filistin-İsrail veya ABD-Irak arasındaki savaşlar günümüzde de hala sıcak savaşların olabileceğini kanıtlamıştır. Türkiye, askeri yönden gerçekten güçlü olan bir ülkedir. Yıllardır Güney Doğu'da PKK ile yapmış olduğu çatışmalar ile epey tecrübelenmiş ve elde ettiği zafer ile de gücünü kanıtlamıştır. Bugün askerimizin Kuzey Irak'a girebilme ihtimali bile tüm dünyayı tedirgin etmektedir. Dolayısıyla askeri gücü böylesine yüksek olan bir ülkenin üyeliğinin Avrupa Birliği için çok büyük bir güvence anlamına geleceği unutulmamalıdır. Çünkü Türkiye'nin üyeliği ile AB, böyle bir gücü kendi bünyesine katmış olacağı gibi hem de mevcut üyelerini muhtemel bir Türk Askeri saldırısından korumuş olacaktır. Bu nedenle Türkiye'nin bu özelliğini de stratejilerinin arasına koyması oldukça mantıklı bir yaklaşım olacaktır.

VI) Başka Bir Güç ile Gidilebilecek Stratejik ve Siyasi Ortaklık

Türkiye AB ile artık bir kader birliği etmiş ve 40 yılı geçen inişli çıkışlı bir süreç içerisinde her şeye rağmen bu ilişkiyi bitirmemiştir.Gümrük Birliği ve Brüksel Zirvesi ile bu süreç artık dönüşü olmayan bir yolu getirmiştir. Ancak birliğe, faydasını maksimize edemediği için girmeyecek bir Türkiye, AB'den ne kadar uzaklaşırsa, sınır komşusu Rusya'ya da o kadar yakınlaşacaktır ve Rusya ile Türkiye'nin başını çekebileceği Kafkasya ve Orta Asya ülkelerini kapsayan yeni bir siyasi birliktelik ortaya çıkabilecektir. Bu da küresel bir güç olma hayalindeki AB'nin, şimdiye kadar yaşamış olduğu bütün genişleme politikalarının sonu anlamına gelebilecek çok ciddi siyasi,askeri ve ekonomik bir tehlikeyi oluşturacaktır. Bu nedenle Türkiye'nin Rusya olan ilişkilerini de bir strateji olarak kullanması mümkün görünmektedir.

2.3.1.b. AB'nin Olası Stratejileri

I) Nüfus Yoğunluğu

AB'nin Türkiye'ye karşı kullanılabileceği önemli stratejilerden biri Türkiye'nin nüfus yoğunluğudur. Türkiye şu haliyle AB ülkelerinin nüfus olarak yaklaşık 1/6'lık dilimine sahiptir. Bu nüfusun ülkemizin doğrudan Avrupa Parlamento'sundaki parlamenter sayımızı etkileyeceğini ve işsiz nüfusun da önemli bir oranı oluşturduğunu düşünürsek, AB'nin kısıtlı üyelik verme yolundaki en önemli stratejilerinden biri nüfus yoğunluğumuzu öne sürerek karşımıza gelmek olacaktır.

II) Siyasi Kriterlerin Uygulanmasındaki Yetersizlikler

Türkiye AB yolunda her ne kadar birçok yasa çıkarsa da, bir çok kritere uyulduğunu iddia etse de bu yasaların hayata geçirilmesinde önemli zorluklar yaşamaktadır. Örneğin Kopenhag Kriterleri hala hayata geçirilememiştir. Hala demokrasi ve insan hakları ile ilgili kanunlar hayata geçirilememiştir. Ayrıca hala azınlıklar ile ilgili AB'nin isteklerine göre tam bir çözüm ortaya konamamıştır.

Avrupa Parlamentosu'nun 28 Eylül 2006 yılında yapılan oturumunda Türkiye'nin AB üyesi olabilmesi için Ermeni soykırımı iddiasını tanıması koşulunun üzerinde durulması müzakereler sürecinde böyle bir problem ile karşılaşabileceğimizin de bir kanıtıdır. Her ne kadar komisyon kendini Kopenhag Kriterleri ile sınırlı hissetse de müzakereler sürecinde diğer üye ülkelerin böyle bir koşul öne sürmesi muhtemeldir. Ayrıca hala Kıbrıs sorununa da kalıcı bir çözüm bulunamamıştır. Bütün bu saydıklarımızdan dolayı AB'nin kısıtlı üyelik teklifinde kullanacağı en önemli stratejilerden birinin, siyasi alanda Türkiye'nin yetersizliğini dile getirmek olacağını düşünmek çok yanlış olmayacaktır.

III) Kültürel Farklılıklar

AB'nin Türkiye'nin kültürel farklılıklardaki birleştirici rolü ile ilgili stratejisine karşı kullanabileceği en olası stratejilerinden biri de Batı ve Doğu kültürleri arasındaki farklılıkların dile getirilmesi olacaktır. AB, muhtemelen Türkiye ve AB ülkelerinin farklı kültürel yapılara sahip olduğunu ve bu iki kültürün aynı çatı altında birleştirilmesinin mümkün olmayan bir süreç olduğunu iddia ederek kazancını maksimize etmeye çalışacaktır. Kültürlerin durağan olmadığını ve değişken olduğunu iddia etmek ise Türkiye açısından bu noktada bir hamle olarak düşünülebilir.

IV) Ekonomik Yetersizlikler

AB'nin bir diğer önemli stratejisi ise Türkiye'nin AB'nin istediği anlamda yani AB ülkelerine göre istenilen ekonomik istikrarı yakalayamamış olması olacaktır. Örneğin AB'nin, Maastricht Ekonomik Kriterleri'nin gerçekleştirilmemiş olmasını Türkiye'nin önüne koyması olası bir yaklaşımdır. Çünkü Türkiye hala ne enflasyonunu %3'e çekmeyi, ne kamu kesimi açıklarını GSMH'nın % 3'üne indirmeyi ne de kamu kesimi borçlarını GSMH'nın %60'ına indirebilmeyi başarabilmiştir.. Bunların yanında girişimcilerimizin dış ticaret alanındaki bilgi ve eğitim eksikliği, emek yoğun sektörlere yoğunlaşmış olmamız, karayolu taşımacılığına dayalı bir ulaştırma perspektifimizin olması, başta enerji olmak üzere girdi maliyetlerimizdeki yükseklik, markalaşmanın bir türlü sağlanamamış olması ekonomik olarak şu an yetersizliklerimizi gösteren bazı gündem maddeleri olarak kullanılabilecektir.

V) Birliğin Getireceği Ekonomik Kazanç ve Prestij

AB'nin Türkiye'ye karşı kullanacağı stratejilerinden birisi de, AB'nin Türkiye'ye getireceği ekonomik kazanç ve prestijdir. Türkiye AB üyesi olması durumunda tüm dünyada gerek siyasi gerekse de ekonomik alanlar da artık sesini çok daha fazla yükseltebilecek ve birlik üyesi olmasının bütün avantajlarından faydalanacaktır. Örneğin bugün Türkiye, Rusya'dan doğalgaz ithal eden 19 ülke içerisinde 3. sırada bulunmaktadır. Türkiye'nin Rus doğalgazına bağımlılığı %60 civarındadır. Türkiye bir AB üyesi olması durumunda diğer birlik üyeleri gibi Rusya'dan enerji fiyatlarını indirmesini isteyebilecektir. Aynı şekilde, AB'nin bugün Türkiye'nin zaman zaman problemler yaşadığı komşuları ile de bir bütünleştirici rolü olacaktır. AB demokrasiyi teşvik eden bir üst kimlik sunmakta, sorunların diplomatik yollardan çözümünü teşvik etmektedir. Türkiye'nin çevresinde AB'nin etkisinin arttığı oranda demokrasi artacak, Türkiye'nin çevresindeki savaş olasılığı azalabilecektir. Tüm bunları sağlayan AB de, bu sağlayacakları avantajları ülkemize karşı bir strateji olarak kullanabilecektir.

VI) Türkiye'nin İçerisinde Bulunduğu Coğrafi Bölge

Türkiye jeopolitik konumunu, enerji kaynaklarına yakınlığı, kıtalararası bir köprü oluşu ve daha birçok sebep ile önemli bir strateji olarak kullanabilecek bir pozisyona sahiptir. Ancak, Türkiye'nin AB'ye üye olması ile doğuda, tüm dünya için sürekli bir sorun teşkil eden Irak ve İran, kuzeyde AB karşıtı Rusya ve güneyde de ne zaman ne yapacağı belli olmayan Suriye'ye komşu olacak olan Avrupa Birliği de bölgedeki sorunları bahane ederek aynı jeopolitik konumu Türkiye'nin aleyhine bir strateji olarak kullanabilir.

2.3.2. Oyun Türünün Belirlenmesi ve Oyun Matrisinin Oluşturulması

Her iki oyuncu için muhtemel stratejileri belirledikten sonra oynanacak olan oyunun ne tür bir oyun olduğunu belirlememiz gerekir. Bir oyun daha önce de anlattığımız gibi statik veya dinamik bir oyun olabileceği gibi sıfır toplamlı, sabit toplamlı bir oyun da olabilir. Burası gerçekten problemimizin bundan sonraki geleceği için önemli bir noktadır. İlk olarak bu oyunun dinamik bir oyun mu yoksa statik bir oyun mu olduğunu inceleyelim.

Statik oyunlar, daha önce de bahsettiğimiz gibi veri bir zaman dilimi içerisinde tüm kararların eşanlı olarak verildiği oyunlardır. Dinamik oyunlarda ise sürekli ve ardışık bir karar verme süreci vardır. Müzakere sürecinin başlaması ile Türkiye ve Avrupa Birliği için bu dinamik karar verme sürecinin artık bittiğini söyleyebiliriz. Çünkü bu noktaya kadar her görüşmeden önce her iki taraf da bir önceki görüşmeye göre yeni stratejiler ile masaya oturuyordu. Şimdi artık müzakereler başlamıştır ve üyelik ile ilgili belki bütün süreç tamamlandıktan sonra birkaç görüşme daha olacaktır. İşte oyuncular da bu noktada stratejilerini kullanacaklardır. O yüzden AB ve Türkiye arasındaki oyun artık statik bir görünüm kazanmıştır diyebiliriz. Bu nedenle biz de bu oyunu statik bir oyun olarak ele alacağız. Ancak bu oyunu dinamik bir oyun olarak ele almak da çok ters veya mantıksız bir karar olmayacağı gibi elde edilen sonuçlar açısından çok da büyük bir farklılık olmayacaktır.

Oyunun statik bir oyun olarak incelenmesine karar verdikten sonra yapılması gereken ise bu oyunun sıfır toplamlı mı yoksa sabit toplamlı mı bir oyun olduğuna karar vermektir. Müzakere süreci başlayana kadar AB ile Türkiye arasındaki oyun genel olarak "Kazan-Kazan" mantığına dayanan bir oyundu. Çünkü her iki taraf da bu birliğe giriş ile kazanç elde etmekteydi. Dolayısı ile müzakere sürecinin başlaması ile artık "Kazan-Kazan" mantığından doğan bir pasta oluşmuştur. Müzakere sürecinin başlaması ile her iki taraf için de bundan sonraki amaç bu pastadan en büyük payı almak olacaktır. Dolayısıyla bu pastadan birinin pay alması diğerinin o payı kaybetmesi anlamına geleceğinden oyunun mantığı artık "Kazan-Kaybet" şeklini almıştır. Bir tarafın kazanacağı öbür tarafın kaybedeceğine eşit olacağı için de oyun sıfır toplamlı bir oyun olarak ele alınabilir.

Oyunun tam bilgiye dayanan sıfır toplamlı statik bir oyun olduğuna karar verdikten sonra yapmamız gereken ilk şey bir oyun matrisi oluşturmaktır. Oyun matrisini oluşturmak ise, oyuncuların stratejilerini ve oyunun türünü bulmaktan çok daha zor bir olaydır. Oyun matrisini oluşturmak için çeşitli metodolojiler uygulanıp çeşitli araçlar kullanılabilir. Biz burada, anket yöntemi yardımı ile farklı stratejileri belirli bir skala çerçevesinde karşılaştıracak ve daha sonra da anketimize verilen cevaplar doğrultusunda ortalama bir değer bularak oyun matrisimizi oluşturacağız.

Oyun matrisini oluşturmak için, Avrupa Birliği ile ilgili yazılar yazan ve bu konu ile ilgili çalışmalar yapan akademisyenlerden, köşe yazarlarından ve AB uzmanlarından oluşan toplam 50 kişiye bir anket çalışması gönderilmiştir. Gönderilen 50 anketin 24 tanesi doldurulmuş ve tarafımıza geri gönderilmiştir. 26 anket ise, gönderilen kişiler tarafından yanıtlanmamıştır. Anket çalışması için ilk olarak Türkiye'nin ve Avrupa Birliği'nin stratejileri Tablo 3'teki gibi listelenmiş ve kodlanmıştır.

Tablo 3 : Türkiye-AB Anket Formu Strateji Kodlaması

KOD	Türkiye'nin Olası Stratejileri
TR I	Sahip Olunan Coğrafi ve Stratejik Konum
TR II	Dinamik Nüfus Yapısı
TR III	Türkiye'nin AB Yolculuğunda Göstermiş Olduğu İlerlemeler
TR IV	Birleştirici Kültür Yapısı
TR V	Askeri Gücü
TR VI	Başka Bir Güç ile Gidilebilecek Stratejik ve Siyasi Ortaklık
KOD	**Avrupa Birliği'nin Olası Stratejileri**
AB I	Nüfus Yoğunluğu
AB II	Siyasi Kriterlerin Uygulanmasındaki Yetersizlikler
AB III	Kültürel Farklılıklar
AB IV	Ekonomik Yetersizlikler
AB V	Birliğin Getireceği Ekonomik Kazanç ve Prestij
AB VI	Coğrafi Bölge

Tablo 3'ün 1. sütununda her iki tarafın da olası stratejileri için yapmış olduğumuz kodlama yer alırken, 2. sütunda ise muhtemel stratejiler sıralanmıştır. Ayrıca muhtemel stratejiler ile ilgili daha önceki sayfalarda yaptığımız açıklamalar, anket formunu dolduranlara bilgi verici olması amacı ile ek olarak gönderilmiştir.

Tablo 4 : Türkiye-AB Anket Formu Strateji Karşılaştırma Skalası

KARŞILAŞTIRMA SKALASI	
- 8	AB'nin Stratejisi, Türkiye'nin Stratejisine Göre **Mutlak Derecede Öneme** Sahiptir
- 6	AB'nin Stratejisi, Türkiye'nin Stratejisine Göre **Çok Fazla Öneme** Sahiptir
- 4	AB'nin Stratejisi, Türkiye'nin Stratejisine Göre **Orta Derecede Öneme** Sahiptir
- 2	AB'nin Stratejisi, Türkiye'nin Stratejisine Göre **Az Derecede Oneme** Sahiptir
0	Her İki Strateji de **Eşit Derecede Öneme** Sahiptir
+ 2	Türkiye'nin Stratejisi, AB'nin Stratejisi'ne Göre **Az Derecede Öneme** Sahiptir
+ 4	Türkiye'nin Stratejisi, AB'nin Stratejisi'ne Göre **Orta Derecede Öneme** Sahiptir
+ 6	Türkiye'nin Stratejisi, AB'nin Stratejisi'ne Göre **Çok Fazla Öneme** Sahiptir
+ 8	Türkiye'nin Stratejisi, AB'nin Stratejisi'ne Göre **Mutlak Dercede Oneme** Sahiptir

Daha sonra Tablo 4’teki skala oluşturulmuş ve anketi yanıtlayanlardan bu skala yardımı ile Tablo 5’teki stratejilerin karşılaştırılması ve puanlanması istenmiştir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi 50 kişiye gönderilen anketlerin 24 tanesi tarafımıza doldurularak geri yollanmıştır. Anketi yanıtlayanların verdikleri cevapların tüm listesi ayrıca Ek-1’de gösterilmiştir.

Bu noktadan itibaren 24 kişinin her strateji karşılaştırması için vermiş olduğu puanlar toplanarak toplam puan elde edilmiş ve bu toplam puan da 24’e bölünerek ortalama puan elde edilmiştir. Elde edilen toplam ve ortalama puanlar da Tablo 5’in ilgili sütunlarında gösterilmiştir.

Tablo 5 : Türkiye-AB Anket Formu Stratejilerin Karşılaştırılması ve Sonuçları

Karşılaştırılacak Stratejiler	**Puan**	**Anket Sonrası** Toplam Puan	**Anket sonrası** Ortalama Puan
TR I - AB I		46	1,92
TR I - AB II		12	0,50
TR I - AB III		68	2,83
TR I - AB IV		-10	-0,42
TR I - AB V		28	1,17
TR I - AB VI		12	0,50
TR II - AB I		-2	-0,08
TR II - AB II		-18	-0,75
TR II - AB III		26	1,08
TR II - AB IV		6	0,25
TR II - AB V		0	0,00
TR II - AB VI		8	0,33
TR III - AB I		20	0,83
TR III - AB II		-22	-0,92
TR III - AB III		32	1,33
TR III - AB IV		-12	-0,50
TR III - AB V		-4	-0,17
TR III - AB VI		2	0,08
TR IV - AB I		-10	-0,42
TR IV - AB II		-44	-1,83
TR IV - AB III		60	2,50
TR IV - AB IV		-68	-2,83
TR IV - AB V		-2	-0,08
TR IV - AB VI		0	0,00
TR V - AB I		6	0,25
TR V - AB II		-26	-1,08
TR V - AB III		32	1,33
TR V - AB IV		-30	-1,25
TR V - AB V		0	0,00
TR V - AB VI		16	0,67
TR VI - AB I		-8	-0,33
TR VI - AB II		-48	-2,00
TR VI - AB III		50	2,08
TR VI - AB IV		-50	-2,08
TR VI - AB V		32	1,33
TR VI - AB VI		40	1,67

Ortalama puanların da bulunmasından sonra, Türkiye-AB arasındaki ilişki için bir oyun matrisi oluşturulmuş ve matristeki değerler, 24 kişinin vermiş olduğu yanıtların ortalamasının direkt matrise yerleştirilmesi ile bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Türkiye-AB arasındaki oyunun matrisi Tablo 6'daki gibi oluşturulmuştur.

	AVRUPA BİRLİĞİ						
		AB I	AB II	AB III	AB IV	AB V	AB VI
TÜRKİYE	TR I	1,92	0,5	2,83	-0,42	1,17	0,5
	TR II	-0,08	-0,75	1,08	0,25	0	0,33
	TR III	0,83	-0,92	1,33	-0,5	-0,17	0,08
	TR IV	-0,42	-1,83	2,5	-2,83	-0,08	0
	TR V	0,25	-1,08	1,33	-1,25	0	0,67
	TR VI	-0,33	-2	2,08	-2,08	1,33	1,67

Şekil 15 : Türkiye-AB Oyun Matrisi

Oyun ile ilgili matrisi oluşturduktan sonra matristeki rakamları nasıl yorumlayabileceğimizi birkaç örnek üzerinde göstererek, oyunun çözümü için gerekli işlemlere geçebiliriz. Matrisimizdeki değerler daha önce de anlattığımız gibi Türkiye'nin AB konusunda uzmanlaşmış ve bu konu hakkında yazılar yazan gazeteciler, AB uzmanları gibi kişilere gönderilen anketlerden yararlanılarak elde edilmiştir. Bu yüzden bu matris nesnel değil, öznel değer yargılarını içermektedir. Ancak amacımız oyun teorisin farklı sektörlerdeki kullanım alanları olabileceğini göstermek olduğundan, bu nokta bizim için çok da büyük bir problem olarak durmamaktadır.

Oyun matrisindeki değerleri ise, Tablo 4'teki skala yardımı ile yorumlayabiliriz. Örneğin Türkiye'nin 1. stratejisi TR I ile Avrupa Birliği'nin 1. stratejisi AB I'in kesiştiği hücredeki 1,92 rakamını şu şekilde yorumlayabiliriz:

Türkiye sahip olduğu coğrafi ve stratejik konumunu strateji olarak kullandığında, Avrupa Birliği Türkiye'nin sahip olduğu nüfus yoğunluğunu ön plana çıkarırsa, Türkiye bu durumda AB'nin stratejisinden daha güçlü stratejisini kullanmış olacaktır ve bu durumdan da 1.92 birimlik bir kazanç sağlayacaktır.

Aynı şekilde Türkiye'nin 1. stratejisi TR I ile Avrupa Birliği'nin 2. stratejisi AB II'nin kesiştiği hücredeki 0.50 rakamını ise şu şekilde yorumlayabiliriz:

Türkiye sahip olduğu coğrafi ve stratejik konumunu strateji olarak kullandığında, Avrupa Birliği Türkiye'nin şimdiye kadar tam anlamı ile yerine getiremediği siyasi kriterleri ön plana çıkarırsa, Türkiye bu durumda AB'nin stratejisinden daha güçlü stratejisini kullanmış olacaktır ve bu durumdan da 0.5 birim değerinde kazanç sağlayacaktır.

Matrisimizdeki değerlerin nasıl yorumlanabileceğini de açıkladıktan sonra, artık bu oyun matrisinin çözümünü gerçekleştirip, AB ve Türkiye'nin bu süreçte hangi stratejileri kullanabileceğini bulabiliriz.

2.3.3. Oyun Matrisinin Çözümü

Türkiye ile AB arasındaki görüşmelerde tarafların en büyük faydayı sağlamak için kullanabilecekleri stratejileri araştırdığımız bu modelde, oyun matrisini oluşturduktan sonra yapmamız gereken tek şey bu matrisi çözerek, her iki çıkar grubu için de maksimum faydayı sağlayacak optimal strateji birleşimlerini bulmaktır.

		AVRUPA BİRLİĞİ					
		AB I	**AB II**	**AB III**	**AB IV**	**AB V**	**AB VI**
TÜRKİYE	**TR I**	1,92	0,5	2,83	-0,42	1,17	0,5
	TR II	-0,08	-0,75	1,08	0,25	0	0,33
	TR III	0,83	-0,92	1,33	-0,5	-0,17	0,08
	TR IV	-0,42	-1,83	2,5	-2,83	-0,08	0
	TR V	0,25	-1,08	1,33	-1,25	0	0,67
	TR VI	-0,33	-2	2,08	-2,08	1,33	1,67

Oyunun çözümüne daha önce de bahsettiğimiz gibi ilk olarak eş stratejiler veya üstünlük stratejilerinin varlığını araştırarak başlayabiliriz. Oyun matrisini incelediğimizde Türkiye'nin TR I stratejisinin, TR IV stratejisine göre başat olduğu için Türkiye'nin TR IV stratejisini kullanmayacağını rahatlıkla söyleyebiliriz. Bu yüzden Türkiye'nin TR IV stratejisini oyun matrisinden çıkarabiliriz.

		AVRUPA BİRLİĞİ					
		AB I	**AB II**	**AB III**	**AB IV**	**AB V**	**AB VI**
TÜRKİYE	**TR I**	1,92	0,5	2,83	-0,42	1,17	0,5
	TR II	-0,08	-0,75	1,08	0,25	0	0,33
	TR III	0,83	-0,92	1,33	-0,5	-0,17	0,08
	TR V	0,25	-1,08	1,33	-1,25	0	0,67
	TR VI	-0,33	-2	2,08	-2,08	1,33	1,67

Türkiye'nin birleştirici kültür yapısını strateji olarak kullanamayacağını bulduktan sonra yeni oyun matrisimizde dikkat çeken diğer üstünlük stratejisi Avrupa Birliği'nin AB IV stratejisidir. Oyun matrisindeki rakamlar, Avrupa Birliği için ters işaretli olarak yorumlanacağı için;

1. AB IV sütunundaki [0.42 , -0.25 , 0.5 , 1.25 , 2.08] strateji vektörü,
AB III sütunundaki [-2.83 , -1.08 , -1.33 , -1.33 , -2.08] strateji vektörünü,
domine etmektedir. Bu nedenle AB'nin Türkiye'nin AB ülkelerine göre sahip olduğu kültürel farklılıkları öne sürme stratejisi (AB III) de oyun matrisinden çıkarılır.

2. AB II sütunundaki [-0.5, 0.75, 0.92, 1.08, 2] strateji vektörü,
AB VI sütunundaki [-0.5, -0.33, -0.08, -0.67, -1.67] strateji vektörünü,
domine etmektedir. Bu nedenle AB'nin Türkiye'nin sancılı bir coğrafi bölgede olmasını ülkemize karşı bir strateji (AB VI) olarak kullanma olasılığı da ortadan kalkar.

3. AB II sütunundaki [-0.5 , 0.75 , 0.92 , 1.08 , 2] strateji vektörü,
AB I sütunundaki [-1.92 , 0.08 , -0.83 , -0.25 , 0.33] strateji vektörünü,
domine etmektedir. Bu nedenle AB'nin, Türkiye'nin yoğun bir nüfus yapısına sahip olmasını öne sürme stratejisi (AB I) de başat altı strateji olarak oyun matrisinden çıkarılır.

4. AB II sütunundaki [-0.5 , 0.75 , 0.92 , 1.08 , 2] strateji vektörü,
AB V sütunundaki [-1.17 , 0 , 0.17 , 0 , 1.33] strateji vektörünü
domine etmektedir. Bu nedenle AB'nin, Türkiye'nin birliğe girişi ile elde edeceği prestij ve kazancı, Türkiye'ye karşı bir strateji (AB V) olarak kullanma olasılığı da kalmamış olur.

Avrupa Birliği'nin başat altı stratejileri olan AB I, AB III, AB V ve AB VI stratejilerinin oyun matrisinden çıkarılmasından sonra, oyun matrisi aşağıdaki halini alır.

		AVRUPA BİRLİĞİ	
		AB II	**AB IV**
TÜRKİYE	**TR I**	0,5	-0,42
	TR II	-0,75	0,25
	TR III	-0,92	-0,5
	TR V	-1,08	-1,25
	TR VI	-2	-2,08

Bu matriste ise TR I stratejisinin, TR III, TR V ve TR VI stratejilerinin başat stratejisi olduğunu rahatlıkla görebiliriz.

TR I > TR III : [0.5 , -0.42] > [-0.92 , -0.5]
TR I > TR IV : [0.5 , -0.42] > [-1.08 , -1.25]
TR I > TR VI : [0.5 , -0.42] > [-2 , -2.08]

Türkiye için başat altı stratejilerinin de oyun matrisinden çıkarılmasından sonra , oyun matrisi 2x2 boyutlu bir matris halini alır. Bu noktadan itibaren ise daha fazla başat strateji olmadığı gibi, oyunun tepe noktası da yoktur. Bu nedenle oyun karma stratejiler yardımı ile çözülür.

	AVRUPA BİRLİĞİ		
		AB II	**AB IV**
TÜRKİYE	**TR I**	0,5	-0,42
	TR II	-0,75	0,25

Türkiye'nin q olasılıkla TR I stratejisini ve (1-q) olasılıkla da TR II stratejisini kullanacağını varsayalım. Aynı şekilde Avrupa Birliği de p olasılıkla AB II stratejisini ve (1-p) olasılıkla da AB IV stratejisini kullansın.

Şimdi her iki tarafın da stratejilerini hangi oranlarda kullanacaklarını, diğer bir deyişle "q" ve "p", dolayısıyla "1-q" ve "1-p" değerlerini hesaplayalım. İlk olarak Türkiye'nin durumunu inceleyelim. Türkiye rasyonel hareket ettiğine göre, TR I ve TR II stratejilerini kullanma oranlarını öyle bir oranda seçecektir ki, Avrupa Birliği hangi stratejisini kullanırsa kullansın Türkiye bundan etkilenmeyecektir. Türkiye'nin, Avrupa Birliği'nin seçimlerinden etkilenmemesi ise; Avrupa Birliği'nin farklı strateji seçimlerinde aynı kazancı sağlayacak karma strateji birleşimini bularak mümkün olacaktır.

$$
\begin{aligned}
0.5\,q - 0.75(1-q) &= -0.42\,q + 0.25(1-q) \\
0.5\,q - 0.75 + 0.75\,q &= -0.42\,q + 0.25 - 0.25\,q \\
1.25\,q - 0.75 &= 0.25 - 0.67\,q \\
1.92\,q &= 1 \\
\mathbf{q} &= \mathbf{0.52}
\end{aligned}
$$

Elde ettiğimiz bu sonuca göre, Türkiye'nin oyun sürecinin %52'sinde TR I stratejisini, oyun sürecinin % 48'inde ise TR II stratejisini kullanması gerekmektedir.

Aynı şekilde AB için de p ve (1-p) değerlerini hesaplayabiliriz. AB de, Türkiye hangi stratejiyi kullanırsa kullansın, oyun süresini iki seçeneği arasında öyle bölecektir ki kazancını maksimize (veya kaybını minimize etsin) edebilsin.

$$\begin{aligned}
0.5\,p - 0.42\,(1-p) &= -0.75\,p + 0.25\,(1-p) \\
0.5\,p - 0.42 + 0.42\,p &= -0.75\,p + 0.25 - 0.25p \\
0.92\,p - 0.42 &= -1\,p + 0.25 \\
1.92\,p &= 0.67 \\
\mathbf{p} &= \mathbf{0.35}
\end{aligned}$$

Buna göre Avrupa Birliği için yapılabilecek en iyi seçim, oyun süresinin %35'inde AB II stratejisini ve oyun süresinin %65'inde ise AB IV stratejisini uygulamaktır.

Sonuçta müzakereler sonucunda farklı stratejiler kullanma olanağına sahip Türkiye ve AB için, oluşturduğumuz oyun matrisi sonucu her iki tarafın da 4'er stratejisini hiç kullanmayacağını bulmuş bulunuyoruz. Türkiye, birliğe giriş ile elde edeceği faydayı en büyükleyebilmek için, müzakere sürecinin %52'sinde sahip olduğu coğrafi ve stratejik konumunun önemini, sürecin %48'inde ise sahip olduğu dinamik nüfus yapısını en önemli stratejileri olarak kullanmalıdır. Buna karşın Avrupa Birliği ise, Türkiye'nin birliğe girişinden en büyük faydayı sağlayabilmek için, zamanın %35'inde Türkiye'nin bu noktaya kadar bazı siyasi kriterleri uygulayamamasını, sürecin %65'inde ise Türkiye'nin Maastricht kriterleri gibi ekonomik kriterlere hala ulaşamamış olmasını kullanmalıdır.

Oluşturmuş olduğumuz oyun matrisine göre oyunun değerine de ulaşabiliriz. İlk olarak oyunun ödemeler matrisi ve oyuncuların optimum karma stratejilerini yeniden yazalım :

	AVRUPA BİRLİĞİ	
	AB II (0.35)	AB IV (0.65)
TÜRKİYE TR I (0.52)	0,5	-0,42
TR II (0.48)	-0,75	0,25

Türkiye için şu mantığı yürütebiliriz :

a) Avrupa Birliği, %35 olasılıkla AB II stratejisini izleyeceğine göre, Türkiye'nin bu sürenin %52'sinde 0.5 birimlik bir kazancı olacak, %48'inde ise 0.75 birimlik bir kaybı olacaktır.

b) Avrupa Birliği, %65 olasılıkla AB IV stratejisi ile hareket edeceğine göre, Türkiye'nin bu sürenin %52'sinde 0.42 birimlik bir kaybı olacak, %48'inde ise 0.25 birimlik bir kazancı olacaktır.

Türkiye'nin oyun süresince beklenen kazancı bu iki açıklamanın toplamına eşittir.

Oyunun Değeri(Türkiye) ;

0.52 [0.5(0.35) + -0.42(0.65)] + 0.48 [-0.75(0.35) + 0.25(0.65)] **= 0.1**

Hesaplanan bu değer, optimum karma strateji kullanan Türkiye'nin oyun sonucunda ortalama 0.1 birimlik bir kaybı olacağını göstermektedir. Her ne kadar 0.1 değerinin çok da anlamı olmasa da, değerin önündeki eksi işareti ise düşündürücüdür. Bu işaret anketimizi dolduran uzmanlarımızın şu anda ülkemize imtiyazlı ortaklık veren AB'nin bu hamlesini destekler niteliktedir.

AB’nin bu oyundaki beklenen değeri, oyun sıfır toplamlı olduğu için 0.1 olacaktır. Ancak bu değeri de Türkiye için kullandığımız yol yardımı ile bulalım:

Oyunun Değeri(Avrupa Birliği) ;
0.35 [-0.5(0.52) + 0.75(0.48)] + 0.65 [0.42(0.52) – 0.25(0.48)] **= 0.1**

Böylelikle Türkiye ile Avrupa Birliği arasında müzakere sürecinde geçeceğini düşündüğümüz bu oyun ile ilgili sonuçlara ulaşmış bulunmaktayız. Her ne kadar sonuç, anketleri gönderdiğimiz kişilerin değer yargılarından doğrudan etkilenmiş olsa da, aslında bugün gerçeği yansıtmaktadır. Her iki çıkar grubu da optimal stratejilerini uyguladığı zaman oyunun galibi Avrupa Birliği olmaktadır. Zaten bugün geldiğimiz noktada da AB, ülkemize imtiyazlı ortaklık vererek ilişkilerimizdeki egemen konumunu göstermiştir. Ancak oyun matrisindeki rakamların değişmesi, stratejilerin kullanılma sıklıklarını ve dolayısıyla oyun sonucunu da etkileyecektir. Daha önce de belirttiğimiz gibi AB-Türkiye ilişkilerinde Oyun Teorisi’nin kullanılabileceğini göstermek amacı ile incelediğimiz bu model üzerinde daha bilimsel çalışmalar yapılarak, daha nesnel değerlere sahip bir skala yardımı ile, AB ile gelecek ilişkilerimizde veya bugün Ermenistan veya Kıbrıs Rum Kesimi ile olan ilişkilerimizde maksimum faydayı sağlayabilecek stratejilerimizi bulabiliriz. Zaten bu çalışmanın amacını da, bu noktalara ışık tutabilmek ve daha sonraki çalışmalar için bir giriş kapısı açabilmek oluşturuyordu.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşme süreci sonucunda, artık işletmelerin lokal yerine global rakiplerinin olması ve rekabet edebilmek için stratejik karar verebilmenin hayati bir önem taşıması, bu teze konu olan "Oyun Teorisi" kavramının karar verme süreçlerinde kullanılmasını gündeme getirmiştir. Zeki ve akılcı bireylerin arasındaki işbirliği ve çatışma durumlarına yoğunlaşan Oyun Teorisi, son yıllarda stratejik karar vermenin gerektiği durumlarda büyük bir uygulama alanına sahip olmuş sürekli gelişim içerisinde bulunan bir tekniktir.

Oyun Teorisi'nin şimdiye kadar geçirdiği bütün süreçleri, gelişmeleri ve Oyun Teorisi ile ilgili literatüre geçmiş bilgileri verdiğimiz Birinci Bölüm'de, ayrıca sektörel bazda örneklere yer verilmiş ve teorinin uygulamada nasıl kullanılacağı hakkında okuyuculara bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında ekonomik anlamda kartellerin ve duopollerin oluşması, toplumsal hukuk kurallarının gerekliliği yine Oyun Teorisi yardımı ile incelenmiş ve uygulamada Oyun Teorisi'nin ne kadar geniş bir yelpazeye sahip olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. Oyun Teorisi ile ilgili detaylı bilgilerin okuyucuya verilmesinin ardından, politik alanlarda da Oyun Teorisi'nin kullanılabileceğini gösterebilmek amacı ile yıllardır ülkemizde önemli bir gündem maddesi olarak duran Türkiye-Avrupa Birliği ilişkileri Oyun Teorisi çerçevesi ile incelenmiş ve Türkiye-Avrupa Birliği ilişkilerinde her iki çıkar grubunun da şu an devam etmekte olan müzakere sürecinde ne tür stratejik kararlar alabileceğini araştıran bir model önerilmiştir.

Oyun Teorisi'nin karar alma süreçlerinde kullanılmasının faydalarını dile getirdiğimiz bu çalışmada bilimsel bir çok örneğe yer verilse de teoriye ciddi bazda bir eleştiri getirilmemiştir. Ancak, Oyun Teorisi gün geçtikçe daha geniş uygulama alanlarına sahip olsa da, geçirmiş olduğu gelişim sürecinde daha çok bilim adamının bu konuya odaklanması ile teorinin bazı konularda eksiklikler yaşadığı ve yetersiz kaldığı da ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu konuda teoriye yapabileceğimiz en önemli eleştiri "rasyonellik varsayımı" ile alakalıdır. Oyun Teorisi'nde bütün karar alma sürecinde herkesin bir mantık dahilinde hareket ettiği ve rasyonel olduğu varsayılır.

Ancak bu varsayıma gündelik hayatta ulaşmak maalesef çok zordur. Gündelik hayatta insanlar rasyonellikten çok duyguları ile hareket ederler. Yani gündelik hayatta insanlar kimi zaman intikam, aşk gibi duygusal öğelerin ağırlığı ile bir çok karar alabilirler. Mesela teröristlerin yaşamlarını hiçe sayıp, bir intihar saldırısı hazırlığı içinde olmaları rasyonellikle bağdaşamayacak bir durumdur ve Oyun Teorisi ile böyle bir ilişkinin incelenmesi mümkün değildir. Bütün bunlar duygusal yönü ağır basan çelişkileri değerlendirmenin güçlüğünü ortaya koymaktadır. Açıkçası, kararların rasyonel düşüncenin ürünü olduğunu varsayan Oyun Teorisi, duyguların baskın olduğu çelişkili durumlarda yetersiz kalmaktadır.

Bunun yanı sıra Üçüncü Bölümde Türkiye ile Avrupa Birliği arasındaki müzakere sürecinde her iki çıkar grubunun da kararlarını verirlerken ne tür bir politika belirlemeleri gerektiğini incelediğimiz modelde de görüldüğü gibi, Oyun Teorisi'nin başarısı, oluşturulacak olan oyun ağacı veya oyun matrisindeki değerlerin tam ve gerçek değerleri yansıtması ile doğru orantılıdır. Bu değerlere ulaşmak ise gündelik hayatta bazı sıkıntılar doğurabilir. Çünkü gündelik hayatta genelde nitel olaylar yaşarız ve bunlara nicel değerler atamak için farklı skalalar geliştirmek gerekebilir.

Kimi eksiklikleri olsa da, şu ana kadar geçirmiş olduğu süreçlerin de etkisiyle Oyun Teorisi'nin gelişimini sürdüreceğini ve burada bahsettiğimiz eksikliklerini de zaman içerisinde yapılacak çeşitli araştırmalar ile aşabileceğini umuyoruz. Oyun Teorisi Von Neumann tarafından ilk önerildiğinde, sıfır toplamlı oyunlar dışındaki problemlere çözüm üretemeyen bir bilim dalı iken, gündelik hayatta teorinin uygulanmasında yaşanan sıkıntılar, Nash'in bu doğrultuda Nash Dengesi kavramını ortaya atmasına sebep olmuştur. Bu örnek, teorinin yukarıda saydığımız eksikliklerinin çözümleneceğine olan inancımızı destekleyen en büyük kanıt durumundadır. Kısacası ihtiyaçlar arttıkça, yeni çalışmalar ve yeni buluşlar ortaya çıkacaktır. Oyun Teorisi'nin de şu andaki mevcut eksikliklerini bu çalışma gibi çalışmalar yardımı ile aşacağını ve yakın bir zamanda stratejik karar alma yöntemlerinin en başında yerini alacağını umuyoruz.

KAYNAKLAR

Akkaya, Meltem Bağış.(2003). *Gizli Anlaşma: Oyun Teorisi Yaklaşımı*, Erişim: 20.02.2007, http://www.rekabet.gov.tr/word/tezler/meltembagisakkaya.doc

Aktan, C. Coşkun ve Bahçe, Abdullah Burhan.(2007). *Kamu Tercihi Perspektifinde Oyun Teorisi* içinde: C.C. Aktan& Dilek Dileyici, Modern Politik İktisat, Ankara Seçkin Yayınları

Alpern, Steve and Shmuel Gal..(2003). *The Theory of Search Games and Rendezvous*, Kluwer academic Publishers

Andrews, Kenneth.(1971). *The Concept of Corporate Strategy* , Homewodd, Irwin

Ankeny, Nesmith.(1981). *Poker Strategy: Winning with Game Theory,* p.153

Aristotle.(1963). *Categories and De Interpretatione*, ed. J.L.Accrill (Oxford,Oxford University Press)

Ateş, Sanlı.(2004). *Oyun Teorisi ve Uygulamaları* Erişim: 20.02.2007, http://idari.cu.edu.tr/sanli/oyun.pdf

Besanko,D. & D. Dranove & M. Shanley & S. Schaefer.(2003). *Economics Of Strategy*, (Third Edition)

Bierman, H. Scott and Luis Fernandez.(1993). *Game Theory with Economic Applications*, 2nd ed. (1998), Addison-Wesley Publishing Co.

Blackwell, D. and M. A. Girshick.(1954). *Theory of Games and Statistical Decisions*, John Wiley & Sons, New York

Brandenburger, Adam M. and Barry J. Nalebuff.(1997). *A Revolution Mindset That combines Combination and Cooperation : The Game Theory Strategy That's Changing The Game Of Business* , Doubleday Press; Second Edition

Brennan, G. And J.M. Buchanan.(1981). "The Tax System as Social Overhead Capital : A Constitutional Perspective on Fiscal Norms", *Public Finance and Economic Growth* , Proceedings of the 37. Congress of the International Instıtute of Public Finance , Edited by : Dieter Bos and Karl W. Roskamp , Tokyo, p. 45

Buchanan, J.M.(1975).*The Samaritan's Dilemma*, New York : Russell Sage, p.71

Chandler, Alfred.(1962). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*, Cambridge, MA, MIT Press, p.13

Cinemre, Nalan.(1997). *Yöneylem Araştırması*, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, p. 287

Collins, J.C.(2001). *Good to Great*, New York, Harper Business

Cooper, R.W.(1999). *Coordination Games*, Cambridge : Cambridge University Pres

Cournot, A.(1897). *Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth*, New York : Macmillan (Reprinted New York: August,M.Kelley,1971)
Davis, Morton.(1983). *Game Theory: A Nontechnical Introduction,* Second Edition, pp. 33-142

Dixit, Avinash K. and Barry J. Nalebuff.(1991). *Thinking Strategically : The Competitive Edge in Business, Politics and Everyday Life*

Duffy, John.(2003). *Introduction to Game Theory*,
Erişim:17.06.2006, http://www.pitt.edu/~jduffy/econ1200/Lectures.htm

Esin, Alptekin.(1988). *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, Gazi Üniversitesi Yayını

Fisher, R.A.(1930). *The Genetic Theory of Natural Selection*, Oxford, Clarendon Press

Friedman, Daniel (1991), "Evolutionary Games in Economics," *Econometrica*, 59(3), May, pp. 637-666

Friedman, Eric.(2003). *Foundations of Game Theory and Mechanism Design for Engineering Applications*,
Erişim:10.10.2006,http://www.orie.cornell.edu/~friedman/ORIE629/ORIE_629.html

Friedman, James W.(1990). *Game Theory With Applications To Economics*, 2nd ed., Oxford University Press, New York, pp. 3-15

Fudenberg, Drew and Maskin, Eric (1990) "Evolution and Cooperation in Noisy Repeated Games" *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, 80(2), pp. 274-279

Fudenberg, D. and J. Tirole(1996), Game Theory, The MIT Press: Massachusetts

Fudenberg, Drew and Jean Tirole.(1998). *Game Theory*, The MIT Press, Massachusetts, pp. 3-37

Gardner, Roy.(2003). *Games For Business and Economics*, Malloy, United States, (Second Edition), pp. 3-17

Gibbons, Robert.(1992). *Game Theory for Applied Economists*, Princeton University Press, Princeton, NJ.

Halaç, Osman.(1995). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*, 4.baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, pp. 72-96

Harsanyi, J.C. (1966). *"A Theory of Rational Behavior in Game Situations"*

Harsanyi, J.(1973), "Gamesworth randomly distributed payoffs: a new rational for mixed strategy equilibrium points", *International Journal of Game Theory*

Hodgetts, Richard M.(1999). *Yönetim,* 2.b., çev. Canan Çetin, Esin (Can) Mutlu, Beta, İstanbul

Kahn, H.(1965). *On Escalation: Metaphors and Scenarios,* Praeger Publ. Co. New York, cited in Rapoport & Chammah, 1966
Karakoyunlu, Yılmaz.(1973). *Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi*, Bursa İ.T.İ. Akademisi Yayını, Ege Matbaası, Ankara

Koçkesen, Levent.(2003). *Advanced Microecnomic Analysis*,
Erişim: 02.02.2007, http://www.columbia.edu/~lk290/teaching/advmicro.htm

Kreps, David M. and Fudenberg, Drew(1988). *Learning, Experimentation, and Equilibrium in Games* (Cambridge, MA: MIT Press).

Kreps, David M.(1990). *Game Theory and Economic Modelling* (Oxford: Clarendon Press).

Lange, Oskar.(1971). *Optimal Decision Principles of Programming*, Pergamon Pres, New York, p. 270

Luce, R.D. and H. Raiffa.(1957). *Games and Decisions: Introduction and Critical Survey, A study of the Behavioral Models Project*, Bureau of Applied Social Research, Columbia University, Wiley

Maxwell, B. Stinchcombe.(2002). *Notes for a Course in Game Theory,*
Erişim: 03.04.2007, http://www.eco.utexas.edu/~maxwell/gtnotesF02.pdf

Maynard Smith, J. & Price, G.R.(1973). "The Logic of Animal Conflict", *Nature*, 246, pp. 15-18

Maynard Smith, J. & Price, G.R.(1976). "The Logic of Assymmetric Contests", *Animal Behaviour*, 24, pp. 159-175

McDonald, J.(1975) *The Game of Business*, Doubleday & Company, Inc.: New York

McLennan, Andy.(1998). *Noncooperative Game Theory*,
Erişim: 04.04.2007,http://www.econ.umn.edu/~mclennan/Classes/Ec8117-8/ec8117-8_lectures.html

McMillan, J.(1992). *Games Strategies and Managers*, Oxford University Press: New York

Medina, Luis Fernando.(2005).*Game Theory*, Erişim:17.05.2006, http://home.uchicago.edu/~lfmedina/teaching.htm

Meyerson, Roger B.(2002). *Game Theory: Analysis of Conflict*, Harvard University Press

Mueller, D.(1976). "Public Choice: A Survey", *Journal of Economic Literature*, Vol 14 Issue 2, June, p.397

Nasar, Sylvia.(1998). *A Beautiful Mind: A Biography of John Forbes Nash, Jr., Winner of the Nobel Prize in Economics, 1994*. Simon and Schuster, New York

Nash, John F.(April 1950). *Econometrica*, Volume 18, Issue 2, pp. 155-162

Nash, J.F.(1951). "Non Cooperative Games", *Annals of Mathematics*, 54

Nash, J.F.(1953). "Two Person Cooperative Games", *Econometrica*, 21

Neumann, Von J.(1928). "On the Theory of Games of Strategy", *Volume IV(Annals of Mathematic Studies,40)*(A.W. Tucker and R.D. Luce), Princeton University Pres, Princeton,1959

Osborne, Martin J. and Ariel Rubinstein.(1994). *A Course in Game Theory*, Massachusetts Instıtute of Technology

Osborne, Martin J.(2004). *Publicly Available Solutions for An Introduction to Game Theory*, University of Toronto

Ozturk, Ahmet.(2001). *Yöneylem Araştırması*, Bursa:Ekin Kitabevi Yayınları, 7. Baskı

Pascal, Blaise.(1660). *Pensees,* translated by W.F.Trotter, Section III: Of The Necessity of The Wager, p.23

Peters, T.J. and R.H. Waterman.(1982). *In Search of Excellence*, New York, Harper and Row

Powell, B.(2005). "Public Choice and Leviathan", *in Anarchy , State and Public Choice*, Edward Elgar Publishing Ltd, pp. 88-89

Rapoport, A. and A. Chammah.(1965). *Prisoner's Dilemma*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.

Rapoport, A. and J. Sundali.(1996). “Ultimatums in two-person bargaining with one-sided uncertainty: offer games”, *International Journal of Game Theory*, 25, pp.475-94

Rasmusen, Eric.(2001). *Games and Information: An Introduction to Game Theory*, Third Edition, Blackwell, Oxford, pp. 15-38

Rasmusen, Eric.(2007). *Games and Information : An Introduction to Game Theory*, Blackwell Publishing, (Fourth Edition)

Ratliff, Jim.(2003). *Level Course in Game Theory*,
Erişim: 10.07.2006, http://www.virtualperfection.com/gametheory/

Riker, William H.(2001). *Liberalism Against Populism : A Confrontation Between the Theory of Democracy and the Theory of Social Choice*

Romp, Graham.(1997). *Game Theory: Introduction and Applications,* (Oxford University Pres), pp. 13-73

Roth, A.(1986). “Laboratory experimentation in economics”, *Economics and Philosophy*, pp. 245-73

Schelling, Thomas.(1960). *The Strategy of Conflict,* Princeton Pres, pp.132-143
Rapoport, A.(1970). *N-Person Game Theory* (Ann Arbor : University of Michigan Press)

Selten, R., A. Sadrieh and K. Abbink(1995). “Money does not induce risk-neutral behaviour, but binary lotteries do even worse”, *Theory and Decision*, 46, 213-52

Shubik,M.(1959). *Strategy and Market Structure: Competition, Oligopoly and Theory of Games*

Tuomas, Sandholm.(2005). *Multiagent Systems*,
Erişim: 17.06.2006, http://students.cec.wustl.edu/~cs516/

Von Neumann, J. and O. Morgenstern.(1944). *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton University Press, (Second Edition,1947), pp. 15-31

Walker, Mark.(2004). *Games and Decisions*,
Erişim: 18.09.2006, http://www.u.arizona.edu/~mwalker/431LecNotes.htm

Wiens, Elmer G.(1969). *Reduction of Games Using Dominant Strategies*, Vancouver, M.S. Thesis

Wiersema, F.(2001). *The New Market Leaders*, New York, Free Pres

Yildiz, Muhamet.(2004).*Game Theory*,
Erişim: 17.06.2006, http://stellar.mit.edu/S/course/14/fa04/14.12/materials.html

http://www.abgs.gov.tr

http://europa.eu/

http://www.ikv.org.tr

http://www.mfa.gov.tr

EKLER

EK A Türkiye-Avrupa Birliği Oyun Modeli Anket Sorularına Verilmiş Yanıtlar

Strateji Çiftleri	Kişiler																								TOPLAM PUAN	ORAN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
TR I - AB I	4	8	2	0	2	-6	-4	4	8	0	-4	2	4	-2	2	4	4	6	6	4	0	0	0	2	46,00	1,92
TR I - AB II	4	4	2	0	4	-2	-6	2	6	0	-2	2	6	-4	-8	-2	2	4	2	2	-4	0	0	0	12,00	0,50
TR I - AB III	6	4	4	2	6	0	0	2	8	2	2	6	8	4	-6	-2	2	4	4	4	0	4	2	2	68,00	2,83
TR I - AB IV	0	-2	-2	-4	0	-6	-4	4	4	2	-4	2	4	-4	-8	2	2	4	4	2	-4	0	-2	0	-10,00	-0,42
TR I - AB V	2	2	4	0	4	0	-2	0	4	0	-2	4	4	-2	0	0	0	4	4	2	-2	2	-2	2	28,00	1,17
TR I - AB VI	4	6	0	0	4	-4	-6	4	4	6	-6	2	6	-4	-6	-2	0	0	4	4	-4	2	-2	0	12,00	0,50
TR II - AB I	-2	-2	0	-4	2	2	-4	4	2	0	0	6	0	6	-6	-4	-2	0	2	2	-4	0	0	0	-2,00	-0,08
TR II - AB II	2	0	0	2	-2	-6	-6	2	4	-2	-2	2	6	-4	-8	-2	0	2	2	2	-4	-4	0	-2	-18,00	-0,75
TR II - AB III	6	4	2	0	4	0	-2	2	4	0	0	2	6	4	-6	-4	-2	2	4	2	-4	2	2	-2	26,00	1,08
TR II - AB IV	0	-2	-2	-8	4	-4	-4	2	2	0	-2	4	4	-6	4	-2	2	0	4	2	-4	0	6	6	6,00	0,25
TR II - AB V	0	0	4	-4	2	-4	-2	6	2	-4	-4	6	4	-4	-2	-2	0	4	4	0	-2	0	-4	0	0,00	0,00
TR II - AB VI	2	2	0	2	8	-4	-4	4	2	2	-4	0	4	-2	-4	-2	2	2	2	2	-6	2	-2	0	8,00	0,33
TR III - AB I	4	4	-2	4	6	-4	-6	-4	4	6	4	2	4	0	0	-6	-2	4	4	2	2	0	0	-6	20,00	0,83
TR III - AB II	-2	-2	-2	4	0	-6	6	0	4	2	2	-2	2	-6	-4	-2	-8	0	2	0	-4	-2	-2	-2	-22,00	-0,92
TR III - AB III	8	8	4	2	0	0	0	2	4	2	-2	2	2	2	-6	-2	-2	0	2	2	-2	2	4	0	32,00	1,33
TR III - AB IV	-2	-2	-4	-4	4	-2	-4	2	4	2	-2	6	6	-4	4	-2	-2	-4	2	0	-8	2	-2	-2	-12,00	-0,50
TR III - AB V	2	2	2	-2	2	-4	0	4	2	-2	-2	4	0	-2	-2	-2	0	2	2	-2	-2	0	-4	-2	-4,00	-0,17
TR III - AB VI	0	0	4	-2	2	-2	-2	2	4	0	-4	2	2	-2	-2	0	0	2	4	0	-2	-2	-2	0	2,00	0,08
TR IV - AB I	-2	-2	-2	-6	2	-4	-2	2	2	-2	-2	0	4	-2	2	2	0	4	2	2	-4	-2	-4	2	-10,00	-0,42
TR IV - AB II	-4	-4	0	-2	4	-2	-4	2	4	0	-2	-4	-6	-4	-6	-6	0	2	0	2	-6	-2	-2	-4	-44,00	-1,83
TR IV - AB III	4	6	4	4	4	2	2	-2	4	4	4	4	4	4	-4	-2	0	4	2	4	2	4	0	2	60,00	2,50
TR IV - AB IV	-4	-4	-6	-8	-2	-6	-4	2	2	0	-4	-2	2	-4	-6	-2	2	0	2	-6	-4	-4	-6	-6	-68,00	-2,83
TR IV - AB V	-2	-2	-4	-2	0	0	2	0	4	2	-4	2	0	-4	2	2	-4	2	6	2	-4	-2	0	2	-2,00	-0,08
TR IV - AB VI	2	2	2	0	4	-2	-2	2	2	2	-2	0	2	-4	-4	0	2	2	0	0	-4	-2	-2	0	0,00	0,00
TR V - AB I	2	2	0	2	2	2	-2	2	2	2	0	4	0	2	-6	-4	2	0	2	2	-2	0	-4	-4	6,00	0,25
TR V - AB II	-2	-2	-4	0	-4	-4	-6	2	2	0	0	4	4	-4	-4	-4	0	4	2	0	-2	-2	0	-6	-26,00	-1,08
TR V - AB III	4	4	2	0	4	0	4	4	0	2	-4	2	4	4	-4	-2	-4	6	2	2	0	0	2	0	32,00	1,33
TR V - AB IV	-4	-4	-2	-4	2	-2	-2	2	0	2	0	2	2	-6	2	-2	0	0	2	2	-4	-6	-4	-6	-30,00	-1,25
TR V - AB V	2	2	2	-2	2	-4	-4	2	2	2	0	2	2	-4	-2	-4	2	-2	2	0	-2	4	-4	2	0,00	0,00
TR V - AB VI	4	4	0	4	2	-2	-2	4	2	0	-4	2	4	-2	-4	-4	0	2	0	2	-4	2	2	4	16,00	0,67
TR VI - AB I	2	2	-6	2	-2	-4	-6	2	2	0	2	2	2	-4	-4	-6	-2	4	6	0	2	2	-2	-2	-8,00	-0,33
TR VI - AB II	-4	-4	-2	0	0	-6	2	-4	0	0	-2	-4	0	-4	-4	-2	-4	2	2	-2	-4	-2	-2	-4	-48,00	-2,00
TR VI - AB III	4	4	2	4	-2	2	2	0	4	2	0	2	4	2	-2	0	0	4	4	2	0	4	4	4	50,00	2,08
TR VI - AB IV	-4	-4	-4	0	-4	-2	0	2	-2	-2	-2	-4	0	-4	-6	-2	-2	0	0	0	-4	-2	-2	-2	-50,00	-2,08
TR VI - AB V	4	4	6	-2	0	-2	0	4	2	0	0	4	2	-2	0	-2	4	4	0	-2	0	4	0	4	32,00	1,33
TR VI - AB VI	4	4	4	0	0	-2	0	4	2	0	0	4	2	-2	0	0	4	4	4	4	0	0	0	4	40,00	1,67